
3 2044 106 323 041

Der

Befruchtungsprocess

im Pflanzenreiche

und sein Verhältniss zu dem

im Thierreiche.

Von

Ludwig Radlkofer,

Dr. med. et phil.

Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1857.

Der Befruchtungsprocess im Pflanzenreiche und sein Verhältniss zu dem im Thierreiche.

Von

Ludwig Radlkofer

Dr. med. et phil.

LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1857.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Hofrathe und Professor

Dr. M. SCHLEIDEN,

als Zeichen seiner Dankbarkeit und Ergebenheit

hochachtungsvollst gewidmet

vom Verfasser.

Vorwort.

Nichts kann gegenwärtig dem Physiologen erwünschter sein, als eine gedrängte Zusammenstellung aller der älteren und neueren Beobachtungen, welche, zu einem Ganzen verknüpft durch Pringsheim's glänzende Entdeckung, in ihrer Gesammtheit uns nunmehr einen hellen Blick thun lassen hinter den Schleier, mit welchem bisher für unsere Kenntniss die Befruchtungsvorgänge im Pflanzenreiche verhüllt waren. Die Berechtigung zur Uebernahme dieser schönen und lohnenden Aufgabe finde ich eines Theils darin, dass es mir gegönnt war, Pringsheim's Beobachtung zu bestätigen, worüber ich am geeigneten Orte zu berichten Gelegenheit nehmen werde, anderen Theiles in der endlichen Lösung, welche, wie ich glaube, die Befruchtungsfrage bei den Phanerogamen, gerade in

jüngster Zeit wieder zu lebhafterem Streite angefacht, durch meine Arbeiten gefunden hat. Ich suche dieser Aufgabe im ersten Theile der vorliegenden Arbeit zu genügen. Dabei durften natürlich die Fortpflanzungsverhältnisse der Pilze und Flechten, waren auch geschlechtliche Einflüsse bei denselben bisher noch nicht mit Sicherheit nachzuweisen, nicht mit Stillschweigen übergangen werden; ich hielt es im Gegentheile für angemessen, über die Beobachtungen, denen Gesichtspunkte für fernere Untersuchungen zu entnehmen sein möchten, mich weiter zu verbreiten.

Wenn es mir unter den Verhältnissen, in welchen gegenwärtige Abhandlung ursprünglich abgefasst wurde — bei der Entfernung von grösseren Bibliotheken - nicht möglich war, den reichhaltigen Schatz der Litteratur gänzlich zu erschöpfen, so möge mir darob die gebührende Nachsicht zu Theil werden; doch hoffe ich nicht, dass wenigstens von dem Neueren etwas Wesentliches in derselben vermisst werde. Herrn Hofrathe SCHLEIDEN nehme ich hiebei Gelegenheit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen für die unbeschränkte Liberalität, mit welcher derselbe mir seine Privatbibliothek zu Gebote gestellt hat. —

Bei einer solchen Zusammenstellung allein jedoch konnte ich es nicht bewenden lassen. Es hiesse dem Fortschritte der wissenschaftlichen Botanik geflissentlich einen Riegel vorschieben, wollte man sich noch länger sträuben, die Analogieen, welche zwischen der pflanzlichen und der thierischen Befruchtung bestehen, anzuerkennen, und der Macht, mit welcher sie sich geltend machen, Widerstand leisten. Diese Analogieen hervorzuheben, auf sie gestützt eine richtigere Würdigung der einzelnen Entwicklungsphasen der Gewächse jeder Pflanzengruppe zu versuchen und auf die innere Einheit, welche in den letzteren selbst bei aller Verschiedenheit der äusseren Erscheinung herrscht, hinzudeuten, ist der Zweck des zweiten und dritten Theiles.

Ob ich dabei zu weit- oder zu engherzig zu Werke gegangen bin, werden dem geneigten Leser die im ersten Theile niedergelegten Thatsachen zu beurtheilen das Maass an die Hand geben. Nirgends geirrt zu haben, lässt mich die Erfahrung, dass auch auf dem geebnetsten Wege ein Fehltritt möglich ist, nicht vermessen genug sein anzunehmen, und ich bitte daher für die Fälle, wo es geschehen sein sollte, um gütige Zurechtweisung.

Die Reichhaltigkeit des Stoffes gestattete mir vielfach nur Andeutungen; zu ihrer Ergänzung mögen die beigefügten tabellarischen Uebersichten dienen. Ich hatte die Freude, der ersten derselben SCHLEIDEN's Billigung werden zu sehen. —

Jena, den 21. Februar 1856.

R.

Inhalt.

Erster Abschnitt. Die regelmässige Fortpflanzung der Gewächse und die ihr dienenden Organe.

Zweiter Abschnitt. Der Befruchtungsprocess.

Dritter Abschnitt. Die verschiedenen Entwicklungsphasen im Gewächsreiche.

I.

Nachdem man bei einer Reihe der lange Zeit für geschlechtslos angesehenen Pflanzen — der Kryptogamen Linné's — die Anwesenheit differenter Organe nachgewiesen hatte, deren Zusammenwirken zur Entstehung der Anlage neuer Pflanzenindividuen als nothwendig erschien, war es natürlich, dass sich den Naturforschern die Frage aufdrängte, ob nicht in allen Abtheilungen des Pflanzenreiches die Erhaltung der Species, sei es nun allein, sei es neben anderen Einrichtungen, welche Aehnliches erzielen — ich meine die Vermehrung der Gewächse durch Theilung und Knospung, durch Individualisirung von Zellen oder Zellengruppen überhaupt — an einen geschlechtlichen Fortpflanzungsprocess geknüpft sei.

Bei vielen hatte sich mit der Frage zugleich die Ueberzeugung eingestellt, dass dieselbe bejahend beantwortet werden müsse, und sie waren selbst nicht säumig darin, die geforderten Geschlechtsorgane in den betreffenden Pflanzengruppen aufzufinden. Aber ihre Bestrebungen dienten grösstentheils nur dazu, die Worte Montagne's zu bewahrheiten, mit welchen derselbe die Darlegung seiner Beobachtungen über die

Vermehrung der Characeen beginnt: „Les sciences d'observation, et l'histoire naturelle en particulier, offrent dans leur étude cette circonstance remarquable, que nous n'arrivons presque jamais du premier jet au but que nous nous proposons d'atteindre"[1]. In vielen Fällen haben sichere Beobachtungen nunmehr die früheren Ahnungen bestätiget; nicht in allen Pflanzengruppen jedoch ist durch dieselben ein Vorhandensein von Geschlechtern nachgewiesen. So namentlich nicht bei den Pilzen und Flechten. Wir versuchen im Folgenden, die Resultate dieser Beobachtungen, unter Rücksichtnahme zugleich auf die älteren Ansichten, in geordneter Reihe darzulegen.

I. Pilze.

Bei den Pilzen hatte schon MICHELI jene Organe entdeckt und bald mit dem Namen „Filamenta", bald mit dem Namen „Stemones" bezeichnet, die GLEDITSCH, BULLIARD und einige spätere Forscher als gleichbedeutend mit den Staubgefässen der höheren Pflanzen ansahen. MICHELI selbst hatte denselben die Bestimmung zugeschrieben, die Lamellen der Agarici auseinanderzuhalten, damit die Samen nicht zwischen denselben verderben möchten[2].

Es sind diess bei mehreren Hymenomyceten beobachtete, cylindrische oder conische, schlauchartige Zellen, welche im Hymenium derselben zwischen den Basidien und Paraphysen stehen und einen farblosen, körnigen Inhalt führen. Die Körnchen zeigen Molecularbewegung.

---

1) Annal. des scienc. nat. 3me sér. tom. XVIII. p. 65.

2) P. A. MICHELIUS, nova plantarum genera juxta TOURNEFORTII methodum disposita. Florentiae 1729. pag. 126. 133. Tab. 68. L; Tab. 73. I, K, L; Tab. 76. A, B. — Sieh auch: J. HEDWIG, theoria generat. et fructificat. plantar. cryptogamicar. Linnaei. Petropoli 1784. p. 130.

Der Inhalt derselben tritt später, wie MONTAGNE[1] angibt, :raus und zeigt sich an der Spitze der Zellen als runde Tröpf-ıen. Seiner Klebrigkeit schreibt er das Anhaften der von den asidien getrennten Sporen an diesen Zellen zu, ohne sich ɔer mit Bestimmtheit der Meinung anzuschliessen, dass die poren dadurch befruchtet werden. CORDA[2] hielt diese „körner-ıhrenden Schläuche" „der Analogie ihres Baues und Inhaltes .ach" für Antheren-Stelle vertretende Organe —, „Antheridien." :m 3. Bande seiner *Icones Fungorum*[3] glaubt derselbe sich verbes-ern und jene Organe nicht mit der complicirt gebauten Anthere, ;ondern vielmehr mit der einfachen Pollenzelle vergleichen zu müssen, und gibt ihnen demgemäss auch den Namen „Pollinarien". Er versichert, dass ihr Erscheinen der Entwicklung der Basidien vorangehe, die Sporen erst in der Periode sich bilden, in welcher die Pollinarien ihren Inhalt zu entleeren beginnen, und dass die letzteren bald hernach, zur Zeit der Sporenreife, verschwinden. KLOTZSCH[4] bezeichnet sie als Antheren und glaubt bemerkt zu haben, dass die mit diesen Schläuchen in Berührung gekommenen Sporen sicherer keimen. Der grössere Theil der neueren Forscher sieht diese Gebilde für eine Entwicklungsstufe der Basidien an[5]. BERKELEY[6] nennt

1) C. MONTAGNE, Skizzen zur Organographie und Physiologie der Klasse der Schwämme. Uebersetzt v. J. D. C. PFUND. Prag 1844. p. 57.

2) A. J. CORDA, über MICHELI's Antheren der Fleischpilze. Flora (Regensburg) 1834. I. p. 113. —
Icones fungor. tom. II. (Pragae 1838.) p. 35. tab. XV. fig. 124. 4. g.

3) Ic. fung. t. III. (Pragae 1839) p. 44 ff.

4) DIETRICH's Flora des Königreichs Preussen. Bd. VI. (Sieh: SCHLEIDEN, Grundzüge der wissensch. Botanik. 3. Aufl. Bd. II. p. 40.)

5) Sieh: TULASNE in Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XX. (1853) p. 173. Anmerk. 2.

6) M. J. BERKELEY, on the fructification of the Pileate and Clavate Tribes of Hymenomycetous Fungi. Annals of Nat. Hist. Vol. I. London 838. p. 81 ff.

sie „Utricles"; Léveillé[1] gibt ihnen den Namen „Cystiden"; seine Ansicht über ihre Bedeutung werden wir sogleich vernehmen.

In seiner „*Disposition méthodique des espèces du genre Érysiphé*[2]" spricht dieser letztgenannte Gelehrte die Meinung aus, dass die ovalen Zellen, welche in Längsreihen, als Gliederfäden (Spores articulées Lév., filaments sporifères [= *Oidium*] Bornet), sich auf Aesten der Fäden des Mycelium's (*pedicellis*) über dieses erheben und, indem sie wie die Zellen von *Oidium* mit grosser Leichtigkeit sich von einander trennen, auf das Mycelium herabfallen und diesem ein pulveriges Ansehen geben, den Cystiden der anderen Pilze entsprechen. Er vermuthet, dass sie bestimmt seien, die nach ihnen erscheinenden *conceptacula* (*peridia aut.*) zu befruchten[3]. Weit entfernt zwar, die Körner des Inhaltes der erwähnten Zellen, welche ebenfalls eine Molekularbewegung zeigen, für Spermatozoiden zu halten, sieht er doch in dem Zeitverhältnisse, welches zwischen ihrer und der conceptacula Entwicklung besteht, sowie in dem Umstande, dass sowohl anhaltender Regen, welcher diese Zellen von dem Mycelium herabschwemme, als auch dauernde Hitze, welche sie austrockne, Sterilität dieser Pilze bedingt, Grund genug, um darauf seine Vermuthung zu stützen. Die Worte, mit welchen er diese seine Betrachtung schliesst[4], scheinen mir zu bezeichnend für den gegenwärtigen Stand der Frage und die Art ihrer gewöhnlichen Behandlung, als dass ich mir versagen könnte, sie hier wiederzugeben:

---

1) J. H. Léveillé, recherches sur l'Hymenium des Champignons. Annales des sc. nat. 2de sér. t. VIII. (1837) p. 325, 326 ff.

2) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XV. (1851) p. 109 ff.

3) Lindley, Berkeley, Fresenius, Amici, Tulasne haben diese Zellen keimen sehen und halten sie für Brutzellen. — Tulasne, *quaedam de Erysiphis animadversiones*. Bot. Zeit. 1853. Sp. 259 u. 260.

4) a. a. O. p. 119.

„Man hat die Pilze als geschlechtslose Pflanzen betrachtet, und wirklich beweist nichts, dass dieselben Geschlechtsorgane besässen. Aber es ist noch nicht lange her, dass man auch die Algen für geschlechtslose Pflanzen angesehen hat: die schönen Untersuchungen von Decaisne und Thuret haben uns gelehrt, dass diese Gewächse nicht allein mit männlichen und weiblichen Organen, wie die Characeen, die Moose und Lebermoose versehen, sondern auch, dass sie einhäusig oder zweihäusig sind. Wie kommt es doch, dass man nichts Aehnlichem bei den Pilzen begegnet? Vielleicht sucht man, wie man es lange Zeit bei den Farren und Equisetaceen gethan hat, diese Organe da, wo sie nicht sind. Die Cystiden der Abtheilung der *Basidiosporeen*, die Paraphysen der *Thecasporeen* unter den Pilzen, ebenso die Paraphysen der Flechten und die freien Zellen auf dem Mycelium von *Erysiphe* scheinen mir die befruchtenden Organe darzustellen. Obschon ihre Anwesenheit nicht constant ist, so wird man ihnen doch eine Bestimmung nicht absprechen können. Niemand hat bisher daran gedacht, sie eine Rolle bei der Ernährung, der Respiration oder der Saftbewegung spielen zu lassen, und es bedarf keiner grossen Anstrengung der Einbildungskraft, um anzunehmen, dass sie bei der Reproduktion betheiligt seien. Die Schwierigkeit ist die, es zu beweisen. Aber darf man daraus, dass diese Organe nicht bei allen Pilzen vorhanden sind, schliessen, dass sie gar keine Funktion haben und dass sie unnütze Dinge sind bei denen, wo man sie beobachtet? Nein; wir haben zu warten, bis die Erfahrung gesprochen hat. Wenn es sich um die Ergründung der Wahrheit handelt, hat man zuerst zu beweisen, dass die existirenden Theorieen falsch sind, und dann durch direkte Erfahrungen die Richtigkeit und die Vortheile jener, welche man aufstellt, darzuthun: das ist mir für den Augenblick unmöglich. Mit Hülfe der einfachsten Präparation, ich

zweifle nicht daran, wird man die Existenz von befruchtenden Organen bestätigen; dabei muss man aber nicht vergessen, dass das keimbildende Prinzip nicht immer begleitet ist von Spermatozoiden, wie uns die Phanerogamen beweisen. Warum sollte es nicht ebenso bei anderen Gewächsen sein können? Diese beweglichen Körperchen als unvermissbares Kennzeichen für die Anwesenheit von männlichen Organen betrachtend und suchend — würde man nicht suchen, was nicht gefunden werden kann? Diese grosse Abweichung der Phanerogamen von einem Gesetze, welches so allgemein ist, ist wohl geeignet, die Aufmerksamkeit der Naturforscher in Anspruch zu nehmen.“

Für HEDWIG ist, was uns hier noch der geschichtlichen Vervollständigung halber zu erwähnen bleibt, hauptsächlich der Umstand, dass die „stamina“ MICHELI's in gleicher Frische auch noch während der Reife der Sporen, welcher, wie er glaubt, die Befruchtung jedenfalls vorhergehen müsse, verbleiben, entscheidend gegen ihre vermeintliche Natur. Nach Beobachtungen an *Agaricus*-, *Hydnum*- und *Boletus*-Arten betrachtete er, gestützt auf das Verhältniss der Zeit ihrer Entwicklung und ihres Zerfalles zu der der Sporenbildung, „den Fäden auf der inneren Oberfläche der volva, des annulus oder der stipes-Oberfläche selbst in grosser Menge anliegende, ovale, schwach bräunliche Kügelchen“ als den männlichen Befruchtungsapparat. *Agaricus* und *Boletus* sind ihm einhäusige Gewächse mit deutlichem Geschlechte[1]. — Aehnliche Verhältnisse in der Zeitfolge ihres Erscheinens veranlassten MEYEN[2] zu der Meinung: „dass das *Aecidiolum exanthematum* UNG. die männliche oder befruchtende Bildung der darauf folgenden,

---

1) J. HEDWIG, theoria generat. etc. Petrop. 1784. p. 132, 134 ff.

2) F. J. F. MEYEN, Pflanzenpathologie, herausgeg. v. NEES v. ESENBECK. Berlin 1841. p. 143.

wahren, sporenartige Bläschen enthaltenden Aecidium-Pustel ist". Gleichwohl war derselbe „keineswegs der Meinung, dass hier von einer wirklichen Befruchtung die Rede sein kann". Derselbe Widerspruch findet sich in seinen Aeusserungen über die Pilzantheren aut. vet. (Cystiden Lév.), welche er „für Organe, die eine befruchtende Substanz enthalten", und wenige Zeilen später „für abnorm veränderte Samenträger" (Basidien) hält[1].

Theils dem bisher Angeführten sich anschliessend, theils neue Gesichtspunkte für das Studium der Fruktifikationsorgane der Pilze eröffnend sind die Untersuchungen Tulasne's, welche im Zusammenhange stehen mit den später zu erwähnenden von Itzigsohn über die Flechten. Ich verweise des vollkommenen Verständnisses halber auf diese und führe hier nur an, dass ähnliche Körperchen wie die Itzigsohn'schen Flechten-Spermatozoiden, von Tulasne auch bei den Pilzen gefunden wurden, und zwar zuerst bei den Pyrenomyceten[2]. Er nennt sie Spermatien, ihre Behälter Spermogonien. Letztere finden sich bald auf demselben Thallus mit den sporenerfüllten Schläuchen, bald getrennt von diesen und wurden häufig für selbständige Pilze angesehen (Arten von *Sphaeria, Cytispora, Microspora, Polystigma, Ascochyta* etc.). Auch mehrere Gattungen der Coniomyceten hält derselbe ebenso für unselbständige Gebilde und glaubt, dass dieselben, wie z. B. *Aecidiolum exanthemat.* Ung., Spermogonien von Uredineen oder Sphaerieen u. s. w. darstellen[3].

---

1) Wiegmanns Archiv f. Nat.-G. 5. Jahrgang. Bd. II. Berlin 1839. p. 50.

2) L. R. Tulasne, *note sur l'appareil reproducteur dans les Lichens et les Champignons*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XV. (1851), p. 370; oder Comptes rendus t. XXXII., séances des 24 et 31 mars 1851, pag. 442, 470 ff.

3) Vergleiche hierüber auch: Tulasne, *second mémoire sur les Ure-*

Ausser diesen Spermatien und den in den Sporenschläuchen enthaltenen Sporen fand derselbe Forscher, zum Theile bei denselben Pilzen, noch sporenartige Körper, welche sich, wie die Sporen der Hymenomyceten, in sterigmenartigen Fortsätzen, je eine auf einer basidienartigen Zelle entwickeln, und die er desshalb Stylosporen nennt. Die Ordnung anlangend, in welcher diese verschiedenen, Spermatien, Stylosporen oder eigentliche Sporen tragenden Bildungszustände der Pilze sich entwickeln, bemerkt derselbe, dass die Spermatien, welche mit den Stylosporen gleichzeitig sein können, immer vor der vollkommenen Form, selbst mehrere Monate früher erscheinen, „ähnlich wie die Antheridien der Farren oder Equiseten vor der Bildung der samentragenden Kapseln dieser Pflanzen."

Das Vorkommen der Spermatien beschränkt sich nicht auf die im Bisherigen erwähnten Abtheilungen der Pilze. Auch bei den Discomyceten fand TULASNE dieselben (so bei *Cenangium, Tympanis, Dermatea, Peziza, Stictis, Triblidium, Rhytisma, Hysterium, Heterosphaeria, Bulgaria*) und zwar zum Theile auf den nämlichen Organen, welche die sporenerfüllten asci tragen, der Bildung dieser vorhergehend (*Cenangium Frangulae* Tul.) oder ziemlich gleichzeitig mit ihr (*Peziza benesuada* Tul.), „vielleicht hermaphrodite receptacula darstellend"[1].

---

dinées et les Ustilaginées. Ann. des sc. nat. 4me sér. t. II. (1854) p. 113 ff.

1) TULASNE, *recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XX. (1853) p. 129 ff.;

— —, *de organis apud Discomycetes propagationi inservientibus.* Bot. Zeit. 1853. Sp. 49 ff.

— —, nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Champignons. Comptes rendus des séances de l'Ac. des sc. tom. XXXV. séance du 13. Decembre 1852. p. 841 ff.

Desgleichen bei den Hymenomyceten (Tremellineen)[1]. Sie haben hier zweierlei Ursprung. Bei einigen (*Tremella mesenterica* Retz.) entstehen sie neben den Basidien an den Enden der in die gelatinöse Masse eingebetteten Pilzfäden; bei anderen (*Dacrymyces deliquescens* Dub. etc.) entwickeln sie sich aus den mehrfächerigen Sporen, indem jede Zelle (jedes Fach) dieser ein Stielchen hervortreibt, dessen Ende kugelig anschwillt und zur später sich abtrennenden Spermatie wird. Eine andere Anzahl derselben Sporen zeigt die gewöhnliche Art der Keimung — wenn der Bequemlichkeit halber dieser Ausdruck gestattet sein mag —, wie sie nach den Untersuchungen von Oschatz[2], Corda[3], Tulasne[4], Bornet[5], Cohn[6], de Bary[7] etc. für die Pilzsporen bekannt ist: Die Zellen der Spore dehnen sich an einem oder mehreren Punkten zu fadenförmigen Verlängerungen, den Fäden des Myceliums, aus. Diese so verschiedene Entwicklung zeigenden Sporen, welche unseren Augen vollkommen gleich erscheinen, vergleicht Tulasne den zweierlei Sporen der Lycopodiaceen und Rhizocarpeen und hält sie für geeignet, die Namen Androsporen und Gynosporen zu tragen, welche Bayrhoffer ohne gleichviel Grund bei den Flechten eingeführt habe. Diese letztere Art der Spermatienbildung findet sich auch bei *Peziza bolaris*

---

1) Tulasne, *observations sur l'organisation des Trémellinées*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XIX. (1853), p. 193 ff.

2) A. Oschatz, de phalli impudici germinatione. Nova acta A. C. L. C. XIX. P. II. p. 663.

3) Icones fung.

4) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XV. p. 271 u. a. o. a. O.

5) *Études sur l'organisation des Meliola*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. p. 264.

6) Entwicklungsgeschichte des Pilobolus crystallinus. Nova acta A. C. L. C. Vol. XXIII. P. I. p. 505. Tab. LI. F. 3.

7) Bot. Zeit. 1854. Sp. 425. Taf. XI.

Batsch[1], *Peziza vesiculosa* Bull. und *Peziza tuberosa* Bull.[2], bei letzteren beiden darin modificirt, dass an die Stelle des einfachen Stielchens zwischen Spermatie und (Andro-) Spore ein complicirteres Gebilde, selbst eine Art von Mycelium — Promycelium Tul. — tritt; bei *Bulgaria iniquans* Fr. zugleich neben der ersteren. „Sie entspricht in jeder Hinsicht der Bildung der Spermatien bei der Mehrzahl der Flechten, wo sie einzeln auf einer Zelle entstehen, welche sie ernährt"[3].

Ueber das fernere Schicksal der so gebildeten Spermatien, welche Tulasne sporogene nennt, ist nichts Weiteres bekannt; dagegen wurde von denen, welche nicht aus der Spore, sondern aus Spermogonien hervorgehen und welche Tulasne in Beziehung auf ihr späteres Erscheinen opsigene nennt, zum Theile eine Art Keimung beobachtet. Sie entwickeln nämlich, längere Zeit in Wasser gelegt, nach Art der Sporen fadenförmige Auswüchse. So die Spermatien, welche der Bil-

---

1) Man trifft, wenngleich nur selten, auch Sporen, welche zugleich Spermatien und einen oder mehrere Myceliumfäden hervorbringen. (Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XX. (1853) p. 174.

2) Von den Spermatien dieser Species bemerkt Tulasne wörtlich: „Il n'est pas rare non plus d'apercevoir, à leur intérieur, un cercle incomplet et excentrique, une sorte de ligne spirale dont l'extremité intérieure correspondrait à peu près à leur centre; je n'ai cependant jamais remarqué qu'elles fussent douées d'aucun mouvement. — Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XX. (1853) p. 176.

3) In derselben Abhandlung weist Tulasne nach, dass die von den Autoren bisher für Sporen gehaltenen Zellenpaare (sporidia bilocularia) der Gattung *Podisoma* nur deren Basidien seien, welche mehrfach verästelte und mehrzellige Sterigmata und an diesen selbst erst die eigentlichen, später keimenden Sporen hervorbringen, wie diess schon Gasparrini erkannt habe. Ebenso wie diese Sporidien von *Podisoma* verhalten sich die Körner von *Aecidium* und *Uredo* und die Früchte von *Puccinia* und *Phragmidium* bezüglich ihres Wachsthumes beim Keimen. — Vergl.: Bot. Zeit. 1853. Sp. 611 und Ann. des sc. nat. 4me sér. t. II. (1854) p. 123 ff.

dung des Mutterkornes vorhergehen und mit dem sie erzeugenden Gewebe von den Autoren als eine *Sphacelia* beschrieben wurden [1], und die von *Sphaeria Laburni*, welche bisher als die Sporen einer *Cytispora* in der Umgebung der Perithecien jener angesehen worden waren.

Diesen Beobachtungen und der Erfahrung gegenüber, dass häufig physiologisch verschiedene Organe gleiche Beschaffenheit haben, wagt es natürlich TULASNE nicht, diese beiderlei Spermatien für identisch zu erklären, oder bei dem Fehlen von direkten Beobachtungen über ihr Verhältniss zur Fruktifikation der Pilze — abgesehen von den opsigenen, welche nur eine zweite Form der Stylosporen darstellen dürften — auch nur die sporogenen Spermatien mit Bestimmtheit den Spermatozoiden der übrigen Kryptogamen zu vergleichen.

Ebenso wie hierüber haben auch darüber erst künftige Untersuchungen zu unterscheiden, ob diese sporogenen Spermatien auch in anderen Beziehungen als bloss hinsichtlich ihres Ursprunges den eigentlichen Sporen der Uredineen [2] gleichen.

Die Tulasne'schen zum Theile bestätigende, zum Theile sich ihnen anschliessende Untersuchungen lieferten DE BARY [3] und CASPARY [4].

Schliesslich bleibt uns hier noch eine Art der Sporenbildung zu erwähnen, welche bei den Algen (Zygnemeen, Desmidiaceen etc.) ihr Analogon und eine weitere Verbreitung

1) TULASNE, *mémoire sur l'ergot des glumacées*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XX. (1853) p. 5 ff. — Das Mutterkorn selbst erweist sich nach TULASNE's schönen Untersuchungen als das sclerotiumartige Mycelium einer Sphaeriacee (*Claviceps purpurea* Tul.), deren Entwicklung erst nach mehrmonatlichem Liegen des Mutterkornes auf feuchter Erde erfolgt.

2) Vergleiche die Anmerk. 3 pag. 10.

3) Untersuchungen über die Brandpilze. 1853.

4) Sieh: Flora 1855. p. 483.

findet, die durch sogenannte Copulation bei *Syzygites*[1]. Wir werden später, bei der Untersuchung über die Bedeutung des Copulations-Processes überhaupt, auf diesen Fall zurückkommen.

II. Flechten.

Bei den Flechten hatte MICHELI[2] die Sporen und Sporenschläuche für die (weiblichen) Blüthen, den sterilen Thallus für die männliche Pflanze, die Soredien für die Samen angesehen. DILLEN[3] und LINNÉ[4] hielten die Apothecien für männliche, die Soredien für weibliche Fruktifikationsorgane. HEDWIG[5] gab diesen Theilen, gemäss der Beobachtung, dass letztere jenen vorhergingen, gerade die umgekehrte Deutung. Als männliche Organe betrachtete derselbe nicht bloss die Soredien[6], sondern auch die von ihm und DILLEN bereits gekannten und bei *Borrera ciliaris* abgebildeten, von ersteren aber nur, so weit es ihre äussere Erscheinung zuliess, unterschiedenen, braun oder schwarz punktirten Erhebungen[7], welche in neue-

1) Sieh: EHRENBERG in den Verhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, Bd. I. Stück II. 1820. p. 98; und CORDA, A. C. J., Prachtflora europäischer Schimmelbildungen. Leipz. u. Dresden 1839. pag. 49 ff. Pl. XXIV.

2) MICHELIUS, nova genera plantarum. Florent. 1729. p. 73, 74.

3) DILLENIUS, historia muscorum. Oxon. 1741.

4) LINNÉ, genera plantarum. Edit. 6[a], Holmiae 1764. pag. 566.

5) J. HEDWIG, theoria generat. et fructific. plant. cryptog. Linnaei. Petrop. 1784. p. 120 ff.

6) „Farinaceam massam; — grumosam, farinaceam compagem“ p. 120 u. 121 a. a. O.

7) „Puncta quaedam aliquid diversum ab ipsa fronde notantia; — verrucas nigro punctulo — brevi in vertice macula fusca, dein nigricante — notatas; — hanc verrucam si verticaliter utrinque secaverimus — — apparet distinctus sub vertice loculus — — granulosa massa refertus“ etc. etc. a. a. O. p. 121, 122, 123.

rer Zeit, seitdem ITZIGSOHN sie für Antheridien angesprochen, das Interesse der Botaniker so sehr erregt haben.

Wenn SCHACHT[1] angibt: „Jtzigsohn's Antheridien wurden von ALEX. v. HUMBOLDT[2] zuerst gesehen und abgebildet, er fand sie auf Lichen parietinum; v. HUMBOLDT deutet sie als Apothecienanfänge"; so liegt dem eine, wie ich glaube, irrthümliche Deutung einer auf Tafel II. der angezogenen Flora Friburgensis von Al. v. HUMBOLDT gegebenen Abbildung einer varietas prolifera von *Lichen parietinus* zu Grunde, welcher der Autor auf pag. 15 folgende Beschreibung beifügt: „Peltae — margine revoluto, cui 6—8 peltae juniores citrini coloris elegantissime impositae sunt. Nescio an haec varietas ullo Botanico jam prius observata fuerit?". Dagegen hatte allerdings auch v. HUMBOLDT die von HEDWIG beschriebenen, schwarz punktirten Erhebungen auf der Thallusoberfläche von *Borrera ciliaris* gesehen, sich aber einer Deutung derselben völlig enthalten, indem er ihrer am Schlusse der Beschreibung von *Lichen ciliaris*[3] nur mit den Worten erwähnt: „Quid verrucae atrae quibus saepissime pagina superior frondis vel laciniarum notata apparet?".

MEYER[4] betrachtete die in Rede stehenden Organe als abortirte Apothecien und die schwarze Färbung derselben bei Flechten, welchen im normalen Zustande keine schwarzen Apothecien zukommen, als einen besonders krankhaften Charakter.

---

1) H. SCHACHT, die Pflanzenzelle. Berlin 1852. p. 120.

2) F. ALEX. AB HUMBOLDT, Florae Friburgensis specimen plantas cryptogamicas praesertim subterraneas exhibens. Berolini 1793.

3) a. a. O. pag. 21.

4) G. F. W. MEYER, die Entwicklung, Metamorphose und Fortpflanzung der Flechten, Göttingen 1825. p. 162, 163 u. 164. (Auch unter dem Titel: Nebenstunden meiner Beschäftigungen im Gebiete der Pflanzenkunde. Erster Theil.)

Von anderen Lichenologen wurden sie bald als eigene Flechtenarten (*Pyrenothea*[1] Fr., *Thrombium* Wallr.), bald als Parasiten (*Endocarpon athallon* Spr., *Sphaeria epiblastemica* Wallr., *Sphaeria lichenicola* Smf., *Sph. Lichenum* Rebent.), bald endlich, wenn die Wärzchen etwas grösser, wie bei *Lichen ciliaris* L., als Blasenfrüchte (Physcocymatia Wallr.), oder als eine Art accessorischer Apothecien, mit Gongylis erfüllt (Cephalodia Ach.), als Anamorphosen von Apothecien (status angiocarpi Lichenum gymnocarporum Fries) bezeichnet[2]. Wenn ferner Holle[3] unter den Apothecienanlagen von *Borrera ciliaris* solche von dunkelbrauner oder schwärzlicher Farbe beschreibt, deren inneres Gewebe in Zersetzung begriffen ist und als eine Flüssigkeit, in welcher oft ganze Legionen von kleinen Pilzbildungen schwimmen, sich darstellt, so scheint er mir ebenfalls die in Betrachtung genommenen Organe mit den jungen Apothecien zusammengeworfen zu haben. Speerschneider beschreibt sie für *Borrera ciliaris* und *Parmelia Acetabulum* als Soredien[4], an einer zweiten Stelle als abortirte und verholzte Apothecien[5].

H. Jtzigsohn[6] selbst nun machte die Beobachtung, dass die in diesen Organen enthaltenen, angeblich ganz den Spermatozoiden von *Polytrichum* und *Marchantia* gleichenden

1) Einen Theil dieser Gattung hielt schon v. Flotow nicht für selbständige Species und nennt die damit versehenen Individuen *variet. pyrenodes*.

2) v. Flotow in einem Briefe an Jtzigsohn: Bot. Zeit. 1850. Sp. 914, und

Tulasne in Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVII. (1852) p. 153 ff.

3) G. v. Holle, zur Entwicklungsgeschichte von *Borrera ciliaris*. Göttingen 1849. p. 6 u. 7.

4) Bot. Zeit. 1853. Sp. 730; 1854. Sp. 491 (dazu Taf. XII. Fig. 6) und 506.

5) Bot. Zeit. 1854. Sp. 614 (dazu Taf. XIV. Fig. 11 u. 12).

6) Bot. Zeit. 1850. Sp. 393; 916 ff.

Körperchen, durch Druck zum Vorscheine gebracht, nach einiger Zeit in tummelnde Bewegung gerathen. Er hält diese Körperchen demgemäss für die Spermatozoen der Flechten, ihre Behälter für Antheridien. Letztere beschreibt er für *Cladonia alcicornis* als kleine, kaum hirsekorngrosse, meist gestielte Köpfchen an den Gipfeln einiger Thallusblätter, mit blossem Auge gut erkennbar, aber nicht an allen Individuen vorkommend, wegen des wahrscheinlich diöcischen Blüthenstandes; als grösser bei *Borrera ciliaris*, bei welcher sie von den jungen Apothecien, welche grün sind, durch ihre bräunliche Färbung sich unterscheiden. Erstere bezeichnet er weiter als Cylinderchen, deren Längsdurchmesser den der Breite 10—20 mal übertrifft. Sie sollen sich in linsenförmigen Zellen bilden, welche in der gonimischen Schichte enthalten seien, und aus welchen er sie habe ausschlüpfen sehen. Ihre Bewegung unterscheide sich wesentlich von einer blossen Molecularbewegung (Bewegungsorgane, den Cilien der Moosspermatozoiden etwa entsprechend, wurden jedoch nicht beschrieben); am deutlichsten werde dieselbe wahrgenommen an jenen Spermatozoen, welche sich nach mehrtägiger, bis zur beginnenden Putrescenz fortgesetzten Maceration der Flechten (*Borrera, Peltidea, Lecanora, Parmelia, Cladonia*) an der Oberfläche des Wassers als glänzendes, starres Häutchen ansammeln.

Kützing[1] und K. Müller[2] bestätigen die Anwesenheit der cylindrischen Körperchen, sahen aber keine Bewegung derselben. Von Flotow[3] sah dieselbe (bei *Verrucaria*), hält sie aber für Molekularbewegung und die Antheridien für aborti-

1) Bot. Zeit. 1850. Sp. 913.

2) In den Zusätzen zu dessen Uebersetzung von Montagne's morphologischem Grundrisse der Flechten, Halle 1851. p. 30.

3) Bot. Zeit. 1850. Sp. 916.

rende Früchte. RABENHORST nahm dieselbe nach mehreren erfolglosen Versuchen[1] bei macerirten Flechten gleichfalls wahr und meinte, sie sei entschieden thierischer, d. h. spermatozoën-artiger Natur[2]. SCHACHT[3] kann in den Antheridien nach genauer Untersuchung nur „verkümmerte (?) Anfänge des Fruchtlagers (Apothecien)“ erkennen und in den JTZIGSOHN'schen Spermatozoen „die durch Resorption von einander getrennten Zellen der gegliederten Paraphysen“ — nach späteren Auslassungen[4], „durch Fäulniss hinzugekommene fremde Wesen, wahrscheinlich Vibrionen.“ HOFMEISTER[5] sah gleichfalls nur eine Molekularbewegung an den betreffenden Körperchen; die nach längerer Maceration von *Borrera* (auch solcher Theile, welche gar keine sogenannten Antheridien tragen) auftretenden Körperchen mit schlangenähnlicher, träger Bewegung hält derselbe für Infusorien.

Eine neue Wendung gab TULASNE[6] den JTZIGSOHN'schen Beobachtungen, indem er dessen Antheridien nicht nur bei der grossen Mehrzahl aller Flechten, sondern auch bei den Pilzen (wie wir im Vorausgehenden bereits mitgetheilt) nachwies und dadurch neue Anhaltspunkte für die Beurtheilung ihres Wesens gewann.

---

1) Bot. Zeit. 1850. Sp. 913.

2) Bot. Zeit. 1851. Sp. 153.

3) Pflanzenzelle, Berlin 1852. p. 120.

4) SCHACHT, das Mikroskop und seine Anwendung etc. 2. Aufl. Berlin 1855. p. 83.

5) W. HOFMEISTER, vergleichende Untersuchungen der Keimung u. s. w. höherer Kryptogamen, Leipzig 1851. p. 139. Anmerk.

6) TULASNE, *note sur l'appareil reprod. dans les Lichens et les Champignons.* Ann. des sc. nat.; 3me sér. t. XV. (1851) p. 370 (od. Comptes rendus, t. XXXII, séances des 24 et 31 mars 1851); und

— —, *mémoire pour sérvir à l'histoire organographique et physiologique des Lichens.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVII. (1852) p. 5 u. 153.

Das regelmässige Vorkommen derselben bei fast allen Flechtengattungen, die Eigenthümlichkeit ihres Aussehens und ihrer Struktur gestattete ihm nicht, dieselben für zufällige Organe, für abortirte Apothecien, Parasiten oder Flechten sui generis zu halten, wie diess von den früheren Forschern geschehen war, sondern gewährte ihm die Ueberzeugung, dass sie ein besonderer, wahrscheinlich allen Flechten zukommender Reproductionsapparat seien, welcher bezüglich seiner physiologischen Functionen ohne Zweifel in enger Beziehung stehe mit dem anderen, durch die Apothecien repräsentirten Fruchtapparate. Die Spermatozoen JTZIGSOHN's bestimmt für solche zu erklären, hindert ihn der Mangel an directen Beobachtungen über ihre Function. Er zieht es desshalb vor, sie einstweilen mit dem Namen „Spermatien" zu belegen, welcher jedoch nichts Anderes bezeichnen soll, als Körper, bestimmt, bei der Reproduktion eine Rolle zu spielen. Die sie enthaltenden Organe heissen ihm „Spermogonien". Der Bau dieser ist derselbe wie bei vielen Pilzen (Pyrenomyceten und Discomyceten): geschlossene Receptacula, mehr oder weniger ähnlich den Perithecien der Pyrenomyceten, gewöhnlich eingesenkt in den Thallus und nur wenig über dessen Oberfläche hervorragend, seltener frei über demselben wie die Apothecien (*Cladonia, Cetraria, Gyalecta*), von kugeliger oder oblonger Form, mit einfacher oder mehrfächeriger Höhlung, welche überzogen ist von einer Art Hymenium; dieses besteht aus basidienartigen Zellen oder Confervenfäden gleichenden Zellenreihen (sterigmata), an deren Spitzen und Gliederungen die Spermatien als lineäre Körperchen, wie es scheint, nach Art der Verästelungen von *Conferva glomerata*[1], keineswegs aber

1) Sieh die Abbildungen von v. MOHL: Vegetabilische Zelle, Taf. I. Fig. 1; vermischte Schriften Taf. XIII. F. 1 u. 2.

in eigenen Zellen entstehen[1]. Er vergleicht die Spermatien mit den bewegungslosen Spermatozoiden der Florideen und erklärt sich auf Grund der ausnahmslosen Verschiedenheit zwischen Form und Umfang der Spermatien einerseits, der echten Sporen und Gonidien andererseits, vor allem aber in Hinsicht auf die jedem dieser Organe eigenthümliche Entwicklungsweise mit Bestimmtheit gegen die Meinung, welche in denselben nur Sporen oder Gonidien sieht[2]. —

Der Ansicht LÉVEILLÉ's, welcher die Paraphysen der Flechten für deren befruchtende Organe hält[3], und BAYRHOF-

1) Gegen seine frühere Beobachtung, dass bei *Verrucaria atomaria* in denselben Conceptakeln (Apothecien) zugleich Spermatien und fertile Sporangien sich entwickelten — ein Verhältniss, welches unter den Pilzen bei *Peziza benesuada* Tul., *Cenangium Frangulae* Tul. und den Tremellineen eine Analogie fände — hegt TULASNE selbst einiges Misstrauen. — Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVII. (1852) p. 216.

2) Die Beobachtungen TULASNE's erstrecken sich zugleich auf die (sogenannte) Keimung der Flechtensporen und berichtigen und vervollständigen in dieser Hinsicht die Angaben von MEYER (a. o. a. O. p. 175), FRIES (Lichenograph. europ. reform. Lundae 1831. pag. LV. LVI.) BUHSE (*über den Fruchtkörper der Flechten*, aus dem Bullet. der naturforsch. Gesellsch. in Moskau, Bd. 49, 1846. p. 32, 33), MEISSNER (Bot. Zeit. 1848. Sp. 90), HOLLE (a. o. a. O. p. 31 ff.) und SPEERSCHNEIDER (Bot. Zeit. 1853. Sp. 721; 1854. Taf. XIV. Fig. 10 u. 11). Die Innenzelle der Spore durchbricht die Cuticula — bei den zusammengesetzten Sporen gewöhnlich an den Spitzen der Endzellen — und verlängert sich zu ramificirten Fäden. Erst später treten in diesen, von ihrer Ursprungsstelle an, Scheidewände auf, welche sie in rosenkranzförmige Zellenreihen verwandeln. Die zelligen Fäden bilden durch ihre Verwebung einen ziemlich engmaschigen Plexus — Protothallus autor., Prothallus Tul. —, auf welchem sich an mehreren Stellen eine Lage farbloser, runder Zellen bildet — nach Fig. 3 Pl. III. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVII. zu schliessen, durch Abschnürung, wie diess SCHACHT (Pflanzenzelle, p. 135) u. SPEERSCHNEIDER (Bot. Zeit. 1853. Sp. 710, 724; 1854. Sp. 214, 486, 599) auch für die Gonidienzellen annehmen —. Auf diesen erscheinen bald hernach mit grüner Masse erfüllte Zellen, welche vollkommen den Gonidienzellen des erwachsenen Thallus gleichen. Ueber diesen Punkt hinaus gelang niemals die Kultur der jungen Pflänzchen.

3) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XV. (1851) p. 120.

FER's [1], welcher den Thallusschichten selbst eine verschiedene geschlechtliche Natur zuschreibt, haben wir nur der historischen Vervollständigung halber Erwähnung zu thun.

III. Algen.

Noch vor wenigen Jahren wusste die exacte Wissenschaft Nichts von einem Befruchtungsprocesse bei den Algen. Zwar hatte man die Copulation der Spirogyren, welche schon VAUCHER [2] kannte, als einen solchen genommen, aber die vermeintliche Beobachtung, dass die Bildung der Spore auch ohne wirklich geschehene Vereinigung der Copulationszellen in diesen mitunter stattfinde, hatte die ganze Sache bis auf die jüngste Zeit wieder in Frage gestellt. Auch hatte VAUCHER bereits das sogenannte Hörnchen von VAUCHERIA gekannt und selbst geahnt, dass dasselbe die Bedeutung einer Anthere für die Pflanze habe [3], aber von der Ahnung bis zum factischen Beweise, mit dem allein die Wissenschaft sich zufrieden geben kann, ist der Weg mitunter ein gar weiter und wohl nie ohne mannichfache Verirrungen zurückgelegt.

So dauerte es auch hier mehr denn 50 Jahre, bis an die Stelle der Ahnung das Wissen trat. PRINGSHEIM war es, der durch die directe Beobachtung des Befruchtungsactes bei *Vaucheria sessilis* die Sache in's Reine brachte [4]. Während andere Phycologen eine Copulation des Hörnchens mit dem

1) J. D. W. BAYRHOFFER, einiges über die Lichenen und deren Befruchtung. Bern 1851.

2) J. P. VAUCHER, histoire des Conferves d'eau douce. Génève 1803. p. 43 ff.

3) a. a. O. p. 14 ff. Tab. II. u. III.

4) N. PRINGSHEIM *über die Befruchtung und Keimung der höheren Algen und das Wesen des Zeugungsactes.* Aus dem Monatsberichte der königl. Acad. d. Wissensch. Berlin 1855.

nebenstehenden Sporangium annahmen[1], und Karsten[2] glaubte, es fände hier ein Befruchtungsprocess in der Weise statt, dass eine den Bildungsstoff enthaltende Zelle, welche er der Pollenzelle im früheren Sinne SCHLEIDEN's vergleicht, aus dem Hörnchen hervortrete und sammt ihrer Membran mit einer im Sporangium enthaltenen „Keimsackzelle“ sich vereinige und so zum entwicklungsfähigen Keime (Spore) werde, sah PRINGSHEIM die Endzelle des Hörnchens an ihrer Spitze sich öffnen und eine grosse Menge kleiner, stabförmiger Körper — Spermatozoiden — daraus hervortreten, welche in rascher Bewegung nach allen Seiten entschlüpften. Viele derselben drangen in die schon früher an der schnabelförmigen Spitze des Sporangium's durch den Druck des sich ansammelnden Protoplasma's entstehende Oeffnung — in die Micropyle des Sporangiums — und schienen zum Theile in das Protoplasma selbst einzudringen. Alsbald umgab sich dieses mit einer neuen Zellmembran und erschien so als fertige, das Sporangium vollkommen ausfüllende, ruhende Spore. Die Bildung des Hörnchens — der Antheridie — sowohl, als des Sporangiums geschieht durch papillenartige Ausstülpung der Wand des Vaucheria-Schlauches, ähnlich wie bei gewöhnlicher Zweigbildung, und spätere Trennung ihres Innenraumes von dem des Algenfadens durch eine Scheidewand. Das Sporangium verbleibt bis zur Sporenbildung als einfache Zelle, die rankenförmig sich krümmende Antheridie wird vor ihrer Reife durch eine Querwand in zwei über einander liegende Zellen getheilt.

---

1) Sieh NAEGELI, die neueren Algensysteme etc. Zürich 1847. p. 175, Tab. IV. Fig. 21 u. 22. — u. die Zweifel ALEX. BRAUN's über NAEGELI's Darstellung in: Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. p. 316.

2) H. KARSTEN, *die Fortpflanzung der Conferva fontinalis L.* Bot. Zeit. 1852. Sp. 89 ff. Taf. II.

Ich hatte im Mai des vergangenen Jahres Gelegenheit, über diese wichtige Entdeckung PRINGSHEIM's, welche mit einem Male ein helles Licht über das Wesen des Befruchtungsprocesses im Pflanzenreiche verbreitet und die Lücke in den hieher bezüglichen Beobachtungen bei den höheren Kryptogamen ausfüllt, bestätigende Beobachtungen anzustellen.

In einem Wiesengraben des Prinzessingartens zu Jena gesammelte Exemplare von *Vaucheria sessilis* zeigten neben vollkommen reifen Früchten und theilweise bereits in Zersetzung übergegangenen Hörnchen auch noch alle früheren Entwicklungsstufen des Sporangiums und der Antheridien bis zurück zu der ersten, papillenförmigen Erhebung auf der Schlauchwandung. Es hielt nicht schwer nach einigem Suchen darunter auch solche zu finden, welche ein alsbaldiges Eintreten des Befruchtungsactes erwarten liessen: Sporangien nämlich, an deren Spitze sich die für den Eintritt der Spermatozoiden bestimmte Oeffnung bereits gebildet hatte, während das nebenstehende Hörnchen noch unverletzt war. Ich isolirte mehrere der so weit entwickelten Fäden und bedeckte denjenigen, welcher mir der reifste schien, um seine weitere Entwicklung unter dem Mikroskope zu verfolgen, vorsichtig mit einem dünnen Deckgläschen. Der Druck desselben war für die dem Platzen nahe Antheridie schon zu stark. Sie öffnete sich, und ich sah den grösseren Theil ihres schleimigen Inhaltes mit einem plötzlichen Rucke austreten. Eine Menge von kurz spindelförmigen Körperchen entschlüpften demselben und bewegten sich mittelst peitschenartig geschwungener Cilien (ob jedes der Körperchen nur 1 oder 2 dieser trug und zwar, wie es mir bei mehreren schien, an jedem Körperende eine, konnte ich nicht mit vollkommener Sicherheit ermitteln) im Wasser hin und her. Im Verhältniss zur Gesammtzahl nur sehr wenige sah ich in den geöffneten Schnabel des Sporangiums eindringen und dort

die von PRINGSHEIM geschilderten Bewegungen des Andringens gegen die Protoplasmamasse ausführen. Ob das eine oder das andere derselben wirklich in sie eindrang, konnte ich nicht unzweifelhaft wahrnehmen. — Auch PRINGSHEIM übrigens hat ein Eindringen der Spermatozoiden in die Protoplasmamasse nicht direct beobachtet, er erschliesst dasselbe vielmehr nur aus der spätern Wahrnehmung eines farblosen Körperchens innerhalb der neuen Zellmembran.

Bei der Keimung der ruhenden Spore von *Vaucheria* entwickelt sich die innerste Schichte ihrer Membran unmittelbar zum Thallusfaden[1].

Für eine Anzahl anderer Süsswasseralgen (*Conferveae*) hat PRINGSHEIM wenigstens die Micropyle der Sporangien, in welchen die ruhenden Sporen entstehen, nachgewiesen. So bei *Achlya prolifera*, wo sie in mehrfacher und wahrscheinlich in gleicher Anzahl mit den in einem Sporangium gebildeten Sporen vorhanden sind[2], bei *Oedogonium* und *Bulbochaete*. Auch machen seine Beobachtungen es wahrscheinlich, dass die von ALEX. BRAUN zuerst beschriebenen[3] und in verschiedenen Familien der Süsswasseralgen nachgewiesenen Mikrogonidien, welche bei *Bulbochaete* und *Oedogonium* auf dem Sporangium oder in dessen unmittelbarer Nähe sich festsetzen[4] und entweder gleich oder nach Bildung weniger Zellen ihren Inhalt entleeren, als deren Antheridien zu betrachten seien.

---

1) PRINGSHEIM a. a. O. p. 12.

2) THURET drückte dieselben in einer seine Abhandlung über die Zoosporen der Algen begleitende, mit bekannter Meisterschaft gefertigten Zeichnung bereits aus, hielt sie aber für kleine Deckelchen. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XIV. (1850) p. 231. Pl. XX. Fig. 11.

3) AL. BRAUN, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. p. 146 ff.

4) Wie diess auch DE BARY beobachtet und in seiner Abhandlung

Zusatz. Unmittelbar noch vor dem Drucke dieses kömmt uns Pringsheim's zweiter Aufsatz „über Befruchtung und Generationswechsel der Algen (Auszug aus dem Monatsberichte der königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin 1856) durch die Güte des Autors zu. Derselbe enthält die volle Bestätigung der eben mitgetheilten Vermuthung. Pringsheim sah bei einem Theile der *Oedogonium*-Arten u. bei *Bulbochaete* in den Endzellen des aus einem Mikrogonidium (nunmehr „Androspore" genannt, zum Unterschiede von allen übrigen wahrscheinlich sehr ungleichwerthigen, bisher aber unter dem Namen „Mikrogonidien" zusammengefassten Schwärmkörpern) hervorgegangenen Gebildes („Männchen") je ein mit Cilien versehenes Spermatozoid sich entwickeln, und nach seinem Freiwerden in ähnlicher Weise den Befruchtungsact vollziehen wie bei *Vaucheria*. Bei einem anderen Theile der *Oedogonien* bildet sich je ein Spermatozoid unmittelbar in bestimmten, aufeinanderfolgenden Zellen des nur eine Zellenreihe darstellenden *Oedogonium*-Fadens. — Die Summe der Spermatozoiden bildenden Zellen nennt Pringsheim in beiden Fällen das Antheridium.

Bei *Achlya prolifera* stellen vielleicht die zuerst von Al. Braun (auch für *Coleochaete pulvinata*)[1] beschriebenen Aestchen, welche sich an das Sporangium anlegen und mittelst seitlicher, papillenartiger Auswüchse in die Löcher dieses eindringen, die Aetheridien dar. Bei *Bulbochaete*, ebenso bei *Coleochaete* und wahrscheinlich auch bei *Oedogonium* ist die weitere Entwicklung der ruhenden Spore eine wesentlich andere, als bei *Vaucheria*. Es geht aus derselben nicht direct der Thallus der Pflanze hervor, sondern es entstehen in ihr Zoosporen (den sonstigen Zoosporen der gleichen Pflanze nahezu gleich), bei deren Keimung erst das der Mutterpflanze wieder gleiche Gebilde reproducirt wird.

Ein ähnliches Verhältniss, Bildung von Sporen dritter Art, findet nach Pringsheim zuweilen auch bei der ruhenden Spore von *Achlya prolifera*[2], wahrscheinlich auch

„über die Algengattungen *Oedogonium* und *Bulbochaete*": Abhandlungen der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. I, Frankfurt a. M. 1854, Tab. III. u. IV. abgebildet hat.

1) Al. Braun, a. a. O. p. 318, 319.

2) Pringsheim, *die Entwicklungsgeschichte der Achlya prolifera*. Nova acta A. C. L. O. Nat. Cur. Vol. XXIII. P. I. p. 427. Tab. XLVII.

bei *Spirogyra jugalis*[1] statt; ob sich hier die von THWAITES[2] beobachtete Viertheilung der Sporen von *Mesocarpus, Staurocarpus* und *Tyndaridea* anschliesst, haben erst weitere Beobachtungen zu zeigen. — In Parallele hiemit stehen ähnliche Vorkommnisse, welche die Zoosporen betreffen. PRINGSHEIM hat eine Theilung derselben bei *Achlya* beobachtet[3], bei *Oedogonium vesicatum* Link sah derselbe Forscher den Inhalt zur Ruhe gekommener, keimender Zoosporen in eine Anzahl kleiner, beweglicher, wieder keimender Sporen sich umbilden[4].

Für die Palmellaceen sind ähnliche Geschlechtsverhältnisse durch die Auffindung ruhender, rother Sporen (neben Zoosporen) wahrscheinlich gemacht.

COHN hat nicht nur ebenfalls die Beobachtung von PRINGSHEIM bei *Vaucheria* bestätigt, sondern zugleich ein neues Beispiel der geschlechtlichen Fortpflanzung bei den Algen und

---

Fig. 17. (Vergleiche auch NAEGELI in d. Zeitschrift für wissensch. Botanik v. NAEGELI u. SCHLEIDEN, 3. u. 4. Heft (Zürich 1846) pag. 30. Anmerk.)

1) Flora 1852. p. 479. — Die hier für *Spirogyra jugalis* von PRINGSHEIM beschriebenen, bald in copulirten Zellen, bald in nicht copulirten junger Fäden, mitunter wahrscheinlich auch in den Copulationskörpern selbst gebildeten, beweglichen Sporen, welche auch NAEGELI schon kannte und, da sie nicht keimfähig zu sein schienen, mit den „schwärmenden Zellchen" (Spermatozoiden) von *Fucus* verglich (Bot. Zeit. 1849. Sp. 578), sind identisch mit JTZIGSOHN's „Spermatosphaerien" (Mutterzellen von Spermatozoen) von *Spirog. arcta* Kütz.; die Cilien jener Sporen werden zweifelsohne die Köpfchen oder Schwänzchen der ausschlüpfenden Spiralthierchen JTZIGSOHN's darstellen. (Sieh des Letzteren briefliche Mittheilung hierüber an TULASNE: Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVII. (1852) p. 150 u. dessen Abbildungen in: Hedwigia 1852. Nr. 2 Taf. I. u. in Bot. Zeit. 1853. p. 201 ff. Taf. V. — COHN hält die in Rede stehenden Gebilde nicht für Fortpflanzungskörper, sondern für fremdartige, in's Gebiet der Gährungserscheinungen gehörige Bildungen. (Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. Nova acta Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XXIV. P. I. (1854) p. 160. Tab. XVII. Fig. 5, 6.)

2) Sieh: Bot. Zeit. 1846. p. 498.

3) Flora 1852. p. 484 Anmerk.

4) Flora 1852. p. 482.

zwar bei einer von *Vaucheria* weit verschiedenen Pflanze, der *Sphaeroplea annulina*, gebracht[1]. Den Microgonidien anderer Algen äusserlich ähnliche Spermatozoen[2], welche in gesonderten Zellen (Antheridien) sich entwickeln und durch eine vorgebildete Oeffnung aus denselben entlassen werden, befruchten hier in anderen Zellen (Sporangien) durch Theilung des Zellinhaltes gebildete, noch membranenlose Sporen, zu welchen sie durch kleine Oeffnungen sich den Weg suchen müssen. Ein directes Eindringen der Spermatozoiden in die primordiale Sporenzelle glaubt COHN nicht annehmen zu müssen; es schien ihm vielmehr, als ob dieselben auf der äusseren Seite der Spore festsitzen blieben und endlich in Schleimtröpfchen sich verwandelten. Die weitere Entwicklung der befruchteten Spore ist wesentlich dieselbe wie bei *Bulbochaete*.

Ueber die Bedeutung der Copulation der Algen hat uns gleichfalls die Neuzeit befriedigende Aufschlüsse gebracht. ARESCHOUG[3] ist durch seine Beobachtungen hierüber bei den Zygnemeen zu dem Resultate gelangt, dass die mitunter in nicht copulirten Zellen beobachteten Sporen nicht wirklich die Bedeutung solcher haben, sondern dass sie nur Zustände des in eine Tochterzelle (?) umgewandelten Zellinhaltes unmittelbar vor der Copulation darstellen; desgleichen in den Fällen,

---

1) FERD. COHN, *über Entwicklung und Fortpflanzung der Sphaeroplea annulina*. Aus dem Monatsberichte der königl. Academie d. Wissensch. für Mai 1855. Berlin 1855.

2) MEYEN behauptet (pag. 446 Bd. III. seiner Pflanzenphysiologie, Berlin 1839), bei sehr verschiedenen Conferven um die Zeit, wenn sie Sporen bilden, eine unzählige Menge von kleinen, spiralförmig gedrehten u. spiral- od. wellenförmig sich bewegenden Thierchen (Spirillen) vielfach beobachtet zu haben und bildet solche Tab. X. F. 17 a. a. O. für *Sphaeroplea annulina* ab; seine Zeichnung stimmt übrigens so wenig mit der Beschreibung COHN's von den Spermatozoiden dieser Alge überein, dass die Vermuthung, MEYEN habe wirklich diese vor sich gehabt, ziemlich ferne liegt.

3) Sieh Flora 1855. p. 675 ff.

in welchen jede der copulirten Zellen eine Spore zu enthalten schien. Derselbe sah in dem letzteren Falle die eine der vermeintlichen Sporen eine röhrenförmige Verlängerung durch den Copulationskanal entsenden, welche in die andere Pseudospore (an einer im Verhältniss zur Längenachse der Copulationszelle transversal liegenden, hellen, länglichen Stelle) sich einbohrt, und bald auch ihren übrigen Theil allmählig den Kanal durchgleiten und in das Innere der letzteren eindringen. Aus den so vereinigten Pseudosporen ging erst die wirkliche Spore hervor und erschien nach wenigen Tagen von derselben Gestalt, wie die ruhende Spore der übrigen Glieder. Den Fall ferner, dass zwei vermeintliche Sporen in einer Copulationszelle sich finden, sah derselbe Beobachter vor seinen Augen sich bilden, dadurch, dass die röhrenförmige Verlängerung der übergleitenden Pseudospore den erwähnten Fleck der anderen verfehlte, und ihr Eindringen dadurch vereitelt wurde; in diesem Falle erfolgte keine Sporenbildung, die beiden nunmehr neben einander liegenden Pseudosporen wurden, ohne eine weitere Veränderung einzugehen, aufgelöst.

Dass aus der durch Copulation erzeugten Spore (der Spirogyren) unmittelbar ein dem Mutterfaden gleiches Gewächs hervorgeht, hat schon VAUCHER[1] beobachtet, und in neuerer Zeit AL. BRAUN[2] und PRINGSHEIM[3] bestätiget.

Für die **Fucoideen** J. Ag. bewies zuerst THURET die Anwesenheit von Antheridien, und zwar zunächst für die Abtheilung der Fucaceen. Sie stellen hier eiförmige Zellen dar, welche auf den Haaren bald besonderer, bald zugleich Sporangien tragender Conceptacula sitzen und erfüllt sind von zoosporenartigen Spermatozoiden (Antherozoiden Thuret.). LYNGBYE,

1) a. o. a. O. p. 47 ff. Tab. IV. Fig. 5, T. V. F. 3, T. VI. F. 4.
2) Verjüngung in der Natur, pag. 144.
3) PRINGSHEIM, algologische Mittheilungen. Flora 1852. p. 465 ff. Taf. V.

MONTAGNE, J. AGARDH, KÜTZING und andere Forscher haben dieselben bereits beschrieben, ohne dass sie über ihre Bedeutung in's Reine kommen konnten; von den Meisten, auch noch von NÄGELI[1], METTENIUS[2] und AL. BRAUN[3] waren sie, obschon eine Keimung derselben nicht beobachtet worden war, für wirkliche Zoosporen gehalten worden. — Männliche Organe überhaupt hatte zuerst RÉAUMUR[4] für *Fucus* angenommen und als solche die Fäden der Fasergrübchen (Cryptostomata Kütz.) angesehen.

Zuerst in Verbindung mit DECAISNE[5] und dann in seiner Abhandlung über die Antheridien der Kryptogamen[6] hatte THURET die in den erwähnten Zellen enthaltenen, selbstbeweglichen, mit zwei Cilien versehenen Körperchen in Rücksicht auf ihre Keimungsunfähigkeit für Spermatozoen genommen; in jüngster Zeit lieferte derselbe durch Versuche an diöcischen Fucus-Arten, welche ergaben, dass bei Abschliessung jener die Sporen unfähig zu keimen, d. h. unbefruchtet bleiben, den Beweis für die Richtigkeit seiner Ansicht[7]. Die Sporen (Sporulae aut.) entstehen nach ihm bald zu 8, bald zu 4, zu 2 oder nur je 1 in einzelligen Sporangien, denen eine kleinere Zelle als Stiel zur Befestigung an der Wandung der Conceptacula dient. Als primordiale Zellen, noch von keiner eigenen Membran umschlossen, treten dieselben, in eine gemeinschaftliche Hülle eingeschlossen (und so bisher von den Autoren als einzelne 8 etc. -theilige Spore betrachtet) aus dem Sporangium

1) Bot. Zeit. 1849. Sp. 578.

2) G. METTENIUS, Beiträge zur Botanik. Heft 1. Heidelberg 1850. p. 34.

3) Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. p. 152.

4) Historia Fucorum. Petropoli 1768.

5) J. Decaisne et G. Thuret, *recherches sur les anthéridies et les spores de quelques Fucus.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. III. (1845) p. 5 ff.

6) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851) p. 5 ff.

7) Thuret, recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. des sc. nat. 4me sér. t. II. (1854) p. 197 ff.

hervor, um alsbald vollkommen frei zu werden und mit den Spermatozoen in Berührung zu treten. Ein förmliches Eindringen dieser in die Sporenmasse konnte derselbe nicht wahrnehmen. Bald nach der Befruchtung umgibt sich die Spore mit einer Zellmembran und entwickelt sich sofort zur jungen Pflanze.

Pringsheim[1] bestätiget die Angaben Thurets. Nur darin weicht er von demselben ab, dass er glaubt, die Spermatozoiden dringen wirklich in die membranlosen Sporenmassen (Theilsporen) ein und würden zugleich mit diesen von den neu gebildeten Zellmembranen umschlossen. Hiezu veranlasst ihn die Wahrnehmung einer Anzahl kleiner, rothbrauner Kerne innerhalb der Sporenmembran, welche vor der Befruchtung nicht vorhanden waren und ihm die Reste der mit einem rothen Kerne versehenen Spermatozoiden zu sein scheinen.

Was die Pflanzen aus den übrigen Abtheilungen der Fucoideen betrifft, so sind Spermatozoiden von Thuret[2] auch für *Cutleria*, von Pringsheim[3] für *Sphacelaria* und *Cladostephus* angegeben. Der Bau der Antheridien ist übrigens hier ein anderer.

Für die **Florideen** sind ebenfalls schon seit langem eigenthümliche Organe bekannt, welche bereits von den ersten Beobachtern, wenn auch ohne vollkommen zureichende Gründe, für Antheridien waren erklärt worden. So von C. Agardh. Lyngbye hielt sie für eine thierische Bildung; J. Agardh für eine wuchernde Metamorphose der gewöhnlichen Fortpflanzung; Kützing[4] bezeichnet sie unter dem Namen „Spermatoidien“ als samenähnliche Nebengebilde, deren Entwicklung zu neuen Individuen indessen noch nicht beobachtet sei.

---

1) Ueber die Befruchtung u. Keimung der Algen etc. Berlin 1855. p. 12 ff.
2) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI (1851) p. 12.
3) Ueber die Befruchtung etc. der Algen. Berlin 1855. p. 21, 23.
4) Phycologia generalis. Leipzig 1843. p. 107—109.

Sie kommen in der Regel an besonderen Individuen vor und nehmen an diesen dieselben Stellen ein, wie die Früchte an den fructificirenden. Ihr wesentlicher Theil besteht aus zahlreichen, kleinen, runden Zellchen, welche bald ohne jede Umhüllung auf besonderen Organen oder bestimmten Stellen der Frons gruppirt, bald noch von einer gemeinschaftlichen Cuticula eingeschlossen sind. Diese Zellchen wurden von NÄGELI[1] mit den Samenbläschen der Moosantheridien verglichen, und es glaubte derselbe, auch in ihnen einen der Wand anliegenden Spiralfaden wahrgenommen zu haben. Auch nach DERBÈS und SOLIER[2] sollte jedes Zellchen ein Antherozoid enthalten mit fadenförmigem Anhange als Bewegungsorgan.

THURET[3] wies das Fehlen dieser Gebilde mit Sicherheit nach. Nach ihm enthält jedes der Antheridienzellchen ein hyalines, sphärisches oder längliches Körperchen mit etwas granulösem Inhalte (Antherozoid), welches in langsamer Bewegung aus der Zelle ausgestossen wird, dann aber in vollkommene Ruhe verfällt. Auch METTENIUS[4] nahm keine Bewegung an diesen Körperchen wahr, welche er als Zellen, entstanden um den ganzen Inhalt der Antheridienzellchen, betrachtet. Er belegt dieselben zwar mit dem Namen „Samenzellchen"; erklärt sich aber für geneigt, sie für Sporen, welche keine Keimfähigkeit besitzen, zu halten. PRINGSHEIM[5], welcher

1) C. NÄGELI, die neueren Algensysteme. Zürich 1847. p. 190 ff. Taf. VI. F. 20, T. VII. F. 10., ferner: SCHLEIDEN u. NÄGELI, Zeitschrift für wissensch. Botanik 3. u. 4. Heft, Zürich 1846. p. 224, T. VII. F. 26, und: Bot. Zeit. 1849. Sp. 569 ff.

2) DERBÈS et SOLIER, *sur les organes reproducteurs des Algues*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XIV. (1850) p. 275 etc.

3) *Recherches sur les anthéridies des cryptogames.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851) p. 14, 15.

4) Beiträge zur Botanik. Heft I. Heidelberg 1850. p. 36, 39, 42.

5) Ueber die Befruchtung etc. der Algen. Berlin 1855. p. 16 ff.

dieselben schlechtweg Antheridienzellen nennt, bestätiget die Angaben von Thuret und Mettenius; der Mangel der Bewegung kann ihn gegenüber der „Uebereinstimmung ihres Baues mit dem der Spermatozoiden der Fucaceen und von *Sphacelaria*" nicht hindern, dieselben für die wirklichen Spermatozoiden der Florideen zu erklären.

Zugleich schliesst der Letztere aus seinen Beobachtungen über die Keimung der Vierlings- und der Kapselsporen von *Ceramium*, dass die ersteren, welche unmittelbar einen der Mutterpflanze ähnlichen Keimling hervorbringen, nur wie Knospen der ungeschlechtlichen Vermehrung dienen; dass dagegen entweder die letzteren selbst die wahren weiblichen Geschlechtsorgane der Florideen seien (für diejenigen nämlich, deren Kapselfrüchte einen nach innen führenden Kanal besitzen), oder (bei denen mit geschlossenen Kapselfrüchten, wie bei *Ceramium*) dass das bei ihrer Keimung hervorgehende, der Mutterpflanze unähnliche Gebilde eine Art Prothallium darstelle, welches die weibliche Geschlechtsfunction in irgend einer Weise übernehme.

Charen. Wir behandeln diese bisher im Systeme heimatlosen Pflanzen gleich im Zusammenhange mit ihren Geschwistern, den übrigen Algen, von denen sie sich nur ungern und gewaltsam trennen liessen, bei denen sie aber für die Zukunft unzweifelhaft ihren rechten Platz, und zwar den obersten, einnehmen werden.

Die beiderlei Fructificationsorgane dieser Pflanzen sind so sehr in die Augen springend, dass sie schon in den frühesten Zeiten bekannt waren. Ueber ihre geschlechtliche Natur stimmten die Ansichten der älteren Botaniker so ziemlich überein, obschon directe Beobachtungen über den Befruchtungsact selbst fehlten, wie sie denn auch heute noch fehlen. Die meisten der Neueren zogen es, und zwar mit Recht, vor, einer

Deutung der Globuli autor. vet. (der Antheridien) vorläufig sich zu enthalten.

LINNÉ betrachtete gemäss der Aehnlichkeiten im äusseren Bau und gemäss der Zeitfolge ihrer Entwicklung die rothen Globuli der Charen als Antheren, die Sporen mit ihrer fünfzelligen Umhüllung (Sporangium) als Pistille und versetzte diese Pflanzen, welche er zuerst unter seine Kryptogamen gestellt hatte[1], später in die Monoecia Monandria[2].

HEDWIG[3], bei welchem sich mit gewohnter Genauigkeit, so weit die damaligen Mittel der Beobachtung sie zuliessen, gefertigte Abbildungen finden, hielt den rothkörnigen Inhalt der ovalen Zellen, welche den dreieckigen Aussenzellen des Globulus als Träger dienen (und von welchen ihm auch die rothe Farbe der Aussenzellen herzurühren schien), für die befruchtende Materie, den körnigen Inhalt der Spore hingegen, mit Ausschluss der Amylumkörner, für die eigentlichen Samen.

VAUCHER[4], KAULFUSS[5], BISCHOFF[6], C. H. SCHULTZ[7] und K. MÜLLER[8] beobachteten die Entwicklung je einer der Mutterpflanze von Anfang an gleichen Pflanze aus jeder Spore. Letztere verliert hiebei in der Regel zuerst ihre zellige Hülle (Sporangium), die äussere Sporenhaut öffnet sich am oberen Ende der Spore, und ihre Innenzelle dehnt sich nun zur ersten Zelle der jungen Pflanze aus.

---

1) Genera plant. Edit. 6^{a}. Holmiae 1764. p. 567.

2) Systema naturae. Edit. 12^{a}. Holmiae 1767. Tom. II. p. 613.

3) Theoria generat. et fructif. plant. crypt. etc. Petrop. 1784. p. 125 ff. Tab. XXII. und XXXIII.

4) Mémoire sur les charagnes in: Mémoires de la soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. Tom. I. P. 1 (1821) p. 168 ff.

5) Erfahrungen über das Keimen der Charen. Leipzig 1825.

6) G. W. BISCHOFF, die kryptogam. Gewächse. Nürnberg 1828. p. 9 ff.

7) Natur der lebenden Pflanze. Bd. II.

8) K. MÜLLER, *zur Entwicklungsgeschichte der Charen.* Bot. Zeit. 1845. Sp. 393 ff.

Eine genaue Beschreibung und Abbildung der Globuli (Antheridien) und der in ihren zu confervenartigen Fäden aneinandergereihten Innenzellen (Pollenzellen, Fritzsche.) enthaltenen Spiralfäden lieferte FRITZSCHE[1]. Die infusorienartige Bewegung der letzteren hatte nach ihrem Austreten aus den Zellen zuerst BISCHOFF[2] gesehen. MEYEN[3] nannte dieselben Spermatozoiden; seiner Angabe gemäss hat schon J. C. VARLEY[4] (1834) an denselben eine Cilie gesehen und abgebildet, welche auch MEYEN selbst wiedergibt[5]. THURET[6] und AMICI[7] lehrten deren 2 an jedem Spiralfaden kennen. THURET glaubt auch die Oeffnung in den Zellen wahrgenommen zu haben[8], durch welche die Spiralfäden, in der Regel mit dem cilienlosen Ende voran, entschlüpfen. Letztere entwickeln sich nach den übereinstimmenden Angaben aller Beobachter[9] aus (in ?) den Zellkernen, welche jedoch nicht so scharf begrenzt und unre-

---

1) J. FRITZSCHE, über den Pollen. Petersburg 1837. p. 6—19, Tab. I. u. II.

2) Kryptogamische Gewächse, p. 13. Anmerk.

3) F. J. F. MEYEN, neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. III. p. 206, 217 ff.

4) *Improvements in the vial microscop.* Transact. of the Soc. of Arts, Manuf. comm. etc. Vol. I.

5) a. a. O. Taf. XII. Fig. 22—28; dazu p. 222 ff.

6) THURET, *note sur l'anthère du Chara et les animalcules qu'elle renferme.* Ann. des sc. nat. 2e sér. t. XIV. (1840.)

7) Flora 1844. Bd. II. p. 516.

8) a. a. O. Pl. VI. F. 21.

9) Sieh besonders:

METTENIUS, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der beweglichen Spiralfasern von Chara hispida.* Bot. Zeit. 1845. Sp. 17 ff. Taf. I.

NÄGELI in d. Zeitschr. für wissensch. Bot. v. Nägeli u. Schleiden. Heft I. (1844) p. 55. — Später nennt derselbe diese Kerne „Samenbläschen"; Heft III. u. IV. (1846) p. 105.

THURET, *recherches sur les anthéridies des Kryptog.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851) p. 21.

SCHACHT, die Pflanzenzelle, Berlin 1852. p. 113.

gelmässiger gestaltet sind als gewöhnlich. Ihre Bildung findet nicht gleichzeitig in einer ganzen Zellenreihe statt, sondern nach THURET zuerst in den Zellen der Spitze, später in denen der Basis eines Fadens, nach METTENIUS in der entgegengesetzten Reihenfolge.

Obwohl wir keine directen Beobachtungen über den Befruchtungsprocess bei den Charen besitzen, so können wir doch, in Hinsicht auf die sichere Aufklärung, welche wir in neuerer Zeit über die Bedeutung der selbstbeweglichen Spiralfäden im Pflanzenreiche erhalten haben, und auf die angeführte Entwicklungsweise der jungen Charapflanze aus der Spore, mit Sicherheit supponiren, dass der Befruchtungsprocess hier vor der Ausbildung der Spore stattfinde und dass zu diesem Behufe die Spermatozoiden in das jugendliche Sporangium eindringen. In dieser Voraussetzung bestärkt uns der Umstand, dass die Zellen des Sporangiums in dessen Jugend über der Sporenzelle nicht vollkommen zusammenschliessen, sondern einen offenen Canal zwischen sich lassen, das Reifen der Antheridien aber, ihre Dehiscenz und das Austreten der Spermatozoiden mit dieser Zeit zusammenfällt; ferner, dass bei jenen Arten, bei welchen die Sporen erst im Spätherbste reifen, das Keimen erst im folgenden Frühjahre stattfindet, zu einer Zeit also, wo weder vorjährige Spermatozoen mehr vorhanden sein können, noch bereits neue sich entwickelt haben. —

IV. Moose.

Die Ansicht, dass die Antheridien der Moose die männlichen Fortpflanzungs-Organe dieser Pflanzen darstellen, ist so alt, als die Beobachtung, dass sie zu derselben Zeit reifen und ihren Inhalt entleeren, in welcher die Archegonien sich entwickeln, so alt, als die nähere Kenntniss von den Moosen über-

haupt. Während seine Vorgänger — MICHELI[1], DILLEN[2], LINNÉ[3], HALLER[4] — im Allgemeinen die Sporen der Moose mit den Pollenkörnern der Phanerogamen verglichen, die Theka deshalb für die männlichen, die Antheridien für die weiblichen Organe gehalten, und MICHELI, SCHREBER[5] und Andere auch noch die Paraphysen, HILL[6] die Zähne des Peristomes, KOELREUTER[7] die Calyptra, SCHMIDEL[8] die Zellen zwischen der äusseren und inneren Kapselwand, MILLER[9] den oberen, im Deckelchen sitzenden Theil der Columella, MÜLLER[10] (bei den Jungermannien) die abortirten Archegonien für männliche Theile angesprochen hatten, beobachtete zuerst HEDWIG[11] die Entwicklung der jungen Pflanze aus der Spore, erkannte die zeitliche Beziehung, in welcher die Ausbildung der für die Mehrzahl der Moose erst von ihm aufgefundenen Antheridien (welchen auch SCHMIDEL[12] eine befruchtende Rolle zuschrieb) und die der Archegonien steht und sprach darnach mit Entschiedenheit die obige Ansicht aus. Dieselbe blieb von da an auch die herrschende, und wenn die neuere Zeit, und zwar mit Recht, bestimmtere Beweise, denn die angeführten, für die

1) Nova genera plantar. Florent. 1729. p. 108. Tab. 59. H. J.
2) Histor. muscor. Oxon. 1741.
3) Syst. nat. Edit. 12ª. Holmiae 1767. Tom. II. p. 698 ff.
4) Historia stirpium. Bernae 1768.
5) J. Ch. D. SCHREBER, de Phasco observationes. Lips. 1770. p. XIX.
6) History of plants. London 1751.
7) Das entdeckte Geheimniss der Kryptogamie. Karlsruhe 1777. p. 34 ff. p. 133.
8) Dissert. de Buxbaumia. Erlangae 1758. § XXIV. p. 37.
9) JOHN MILLER, an illustration of the sexual system of Linnaeus. London 1779. Vol. I. pag. 104. Tab. 103. Fig. 10, 11, 12, 13.
10) OTTO FR. MÜLLER, Flora Friedrichsdalina. Argentorati 1767. p. 188, Nr. 378.
11) J. HEDWIG, theoria generat. et fructificat. plant. cryptog. Linnaei. Petrop. 1784.
12) Icones plant. Edit. 2ª. Erlangae 1793. I. pag. 85. Nr. 4.

Sexualität der Pflanzen verlangte, so konnte sie doch gegenüber den immer häufigeren Beobachtungen über die Sterilität diöcischer Moose bei Abwesenheit von antheridientragenden Individuen kaum mehr bewirken, als dass HEDWIG's Meinung mit etwas weniger Bestimmtheit ausgesprochen wurde. Von neuem, aber in anderem Sinne als LINNÉ haben W. VALENTINE[1] und SCHLEIDEN[2] — so lange derselbe das Pollenkorn für das vegetabilische Ei angesehen — eine Analogie zwischen Pollenkorn und Spore festzustellen gesucht.

Die Antheridien bestehen bei den Lebermoosen[3] aus einer ellipsoidischen Masse kleiner, cubischer Zellen, welche umhüllt ist von einer einfachen Lage grösserer, Chlorophyll führender Zellen und bald dem laubartigen Stengel (*Riccia, Pellia*) oder einem besonderen Blüthenboden (*Marchantieen*) eingesenkt erscheint, bald von kleinen, zelligen Stielen auf der Frons (*Fossombronia*) oder in den Blattachseln (beblätterte Jungermannien) getragen wird. Bei den Laubmoosen[4] ist

1) Transact. Linn. soc. Vol. XVII. London 1837.

2) Sieh dessen: Grundzüge der wissensch. Bot.

3) Vergleiche hierüber die trefflichen Arbeiten von:

NEES V. ESENBECK, Naturgeschichte der europäischen Lebermoose. Berlin 1833.

G. W. BISCHOFF, *Bemerkungen über die Lebermoose.* Nova acta A. C. L. C. Vol. XVII. P. II. p. 924 ff.

J. B. W. LINDENBERG, Monographie der Riccien. Nova acta. A. C. L. C. Vol. XVIII. P. I. p. 392 ff.

C. M. GOTTSCHE, *anatomisch-physiologische Untersuchungen über Haplomitrium Hookeri.* Nova acta. etc. Vol. XX. P. I. p. 293 ff.

HOFMEISTER, vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen etc. Leipzig 1851.

THURET, *recherches sur les antheridies des Cryptogames.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851).

4) Sieh hierüber: W. P. SCHIMPER, recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses. Strassburg 1848;

THURET a. a. O.;

HOFMEISTER a. a. O. u. Bot. Zeit. 1849. Sp. 793.

ihre Structur dieselbe, ihre Gestalt im Allgemeinen eine mehr cylindrische, ihr Platz am Ende des Stengels (der Zweige). Im Inneren einer jeden jener cubischen Zellen, welche bei vollkommener Reife der Antheridie aus dem gegenseitigen Verbande treten und resorbirt werden, entwickelt sich innerhalb eines sie fast ausfüllenden, linsenförmigen Bläschens (Tochterzelle? — vergleiche hierüber NÄGELI[1], welcher es „Samenbläschen" nennt) ein spiralförmig zusammengerollter Samenfaden[2]. Nach dem Austreten der Bläschen aus dem geöffneten Scheitel der Antheridie wird jener durch Zerreissung oder Resorption des Samenbläschens frei und bewegt sich nun mittelst zweier langen Wimpern im Wasser fort.

Schon SCHMIDEL[3], dem wir überhaupt die Kenntniss der Antheridien der Lebermoose verdanken, hatte die Bewegung in dem ausgetretenen Inhalte der Antheridien von *Fossombronia pusilla* wahrgenommen, ohne die Samenfäden selbst deutlich zu erkennen; desgleichen NEES v. ESENBECK[4] bei *Sphagnum capillifolium*. Letzterer hielt die von den noch eingeschlossenen Spermatozoen in Bewegung gesetzten Bläschen für Monaden; ersterer hatte Samenbläschen mit noch nicht vollkommen ausgetretenen Samenfäden beobachtet und beschreibt sie als lebhaft sich bewegende, gestielte, wie mit einem Schwanze versehene Moleküle. Späteren Beobachtern, wie

---

1) Zeitschrift für wissensch. Botanik v. SCHLEIDEN u. NÄGELI. Heft III. u. IV., Zürich 1846. p. 105.

2) SCHACHT glaubt mit Sicherheit beobachtet zu haben, dass die Spiralfäden aus Zellenkernen hervorgehen, welche, je einer, in zu Vieren innerhalb der Antheridienzellen gebildeten Tochterzellen vorhanden seien. — Pflanzenzelle, Berlin 1852. p. 107, 112; — Ueber Antheridien der Lebermoose, Bot. Zeit. 1852. p. 155, 156.

3) Icones plant. Edit. 2^{a}. Erlangae 1793. I. p. 85. Nr. 5. Tab. XXII. F. 8.

4) Flora 1822. Bd. I. p. 33 ff., Taf. I.

Mirbel[1], war diese Bewegung wieder entgangen. Unger[2] erkannte zuerst deutlich die Spermatozoen selbst und nannte sie *Spirillum bryozoon.* Decaisne und Thuret[3] beobachteten die Cilien derselben. Hofmeister[4], welcher nach dem Vorgange Nägeli's[5] die Entstehung der Antheridien bis zur ersten Zelle zurück verfolgte, konnte nur bei *Pellia* zwei Wimpern wahrnehmen. Schacht[6] sah überall nur eine.

Wenn Gottsche[7] und Schacht[8] den Antheridien einiger Lebermoose eine Hülle aus zwei Zellenlagen zusprechen und wenn Unger[9], Schleiden[10] und Schacht[11] die sämmtlichen Samenbläschen in einer grossen, unmittelbar unter der Hülle

---

1) M. Mirbel, complément des observations sur la Marchantia polymorpha etc. Mémoires de l'acad. royale des sciences de l'instit. de France. Tom. XIII. Paris 1835. p. 377.

2) Unger, über die Anthere von Sphagnum. Flora (Regensburg) 1834. Bd. I. p. 145 ff. — Ferner:

Neuere Beobachtungen über die Moos-Anthere und ihre Samenthierchen. Nova Acta. Ac. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. II. p. 687 ff. und

Weitere Beobachtungen über die Samenthierchen der Pflanzen. ibid. pag. 785. (Letztere beide Abh. übers. in Ann. des sc. nat. 2e sér. t. XI. (1839) p. 257 ff.

3) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. III. (1845) p. 14. — Thuret's Abbildungen derselben sieh in Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851) Pl. 10—14.

4) Vergleichende Untersuchungen etc. Leipzig 1851. p. 16.

5) Zeitschrift für wissensch. Bot. v. Schleiden u. Nägeli, Heft I. Zürich 1844. p. 172.

6) Schacht, das Mikroscop und seine Anwendung etc. 2. Aufl. Berlin 1855. p. 86.

7) Nov. Acta Ac. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XX. P. I. p. 294. Taf. XVI. F. 8.

8) Pflanzenzelle p. 109; Mikroscop p. 85.

9) Nov. Act. Ac. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XVIII. P. II. p. 689 ff. Tab. LIII. Fig. 1 b.

10) Grundzüge der wissensch. Bot. 3. Aufl. II. p. 67 u. 80.

11) Pflanzenzelle pag. 110.

liegenden Zelle enthalten glauben, so widersprechen dem die Beobachtungen HOFMEISTERS[1].

Die Archegonien, deren vollkommene Entwicklungsgeschichte die Wissenschaft gleichfalls HOFMEISTER verdankt, gleichen in ihrer ersten Entstehung vollkommen den Antheridienanlagen. Ausgebildet stellen sie flaschenförmige Organe dar, zumeist am Ende der Sprosse stehend und umgeben von besonderen Blättern (Perichaetium — Laubmoose) oder becherartigen Hüllen (Calyx — Lebermoose), seltener eingesenkt in den flachen Stengel (Riccia). Die axile Zellenreihe eines jeden verliert durch Resorption ihre Querwände und stellt sonach einen Kanal dar, welcher nach unten auf eine im Bauche des Archegoniums liegende, vergrösserte Zelle (Centralzelle des Archegoniums) führt, oben aber zur Zeit der Pubertät durch Auseinanderweichen der ihn schliessenden, äussersten Zellenlage sich öffnet. Die Centralzelle des Archegoniums enthält nach HOFMEISTER schon vor der Oeffnung des Canales nach aussen eine um einen secundären Kern[2] entstandene Tochterzelle — die Grundlage der künftigen Mooskapsel. PRINGSHEIM[3] gibt an, von der Anwesenheit dieser Zelle schon vor der Befruchtung sich nicht haben überzeugen zu können[4].

1) Vergleichende Untersuchungen etc. Leipzig 1851. p. 43. — p. 69. — u. Flora 1855. p. 438.

2) Flora 1854. p. 259.

3) N. PRINGSHEIM, über die Befrucht. und Keimung der Algen etc. Aus den Monatsberichten der kgl. Academie der Wissensch. Berlin 1855. p. 15.

4) Schon W. VALENTINE (Observations on the Development of the Theca, and on the Sexes of Mosses, Transact. of the Linnean soc. London 1837. Vol. XVII. p. 466 Read May 7th and June 18th, 1833) spricht von einer freien Zelle im Grunde des Archegonium's und versichert, es sei ihm gelungen, dieselbe unverletzt herauszupräpariren. Sieh auch dessen Abbildungen l. c. Tab. XXIII. Fig. 1—7 und die Figurenerklärung p. 482. — H. PHILIBERT hat ebenfalls in der Centralzelle des Archegoniums,

Die Mehrzahl der Archegonien schlägt auf dieser Entwicklungsstufe fehl. In den übrigen entsteht, wie HOFMEISTER nachgewiesen hat, und wie ebenfalls schon VALENTINE (am in vorausg. Anmk. angegeb. Orte) beschreibt, aus der zuletzt erwähnten, freien Zelle durch fortdauernde Theilung und Vergrösserung der so gebildeten neuen Zellen ein mehr oder weniger walzenförmiger Zellenkörper (früher als Nucleus beschrieben und als integrirender Bestandtheil des Archegoniums von den Autoren — auch noch von SCHACHT[1] — betrachtet), frei in der gleichzeitig sich vergrössernden Höhlung der ursprünglichen Centralzelle liegend, beim weiteren Wachsthume mit seinem unteren Ende vordringend in den Grund des Archegoniums und durch das Resorptionsprodukt der hier verdrängten Zellen mit den umgebenden inniger sich verbindend. Seiner fortdauernden Längsdehnung vermag das Archegonium nicht länger mehr Widerstand zu leisten; es wird nahe dem Grunde rings durchgerissen und sein oberer Theil als Calyptra von der jungen Kapsel mit in die Höhe getragen, während sein Rest als Vaginula stehen bleibt. Die Ausbildung des unteren Theiles jenes Zellkörpers zur Seta (Pedunculus), des oberen zur Theca (Capsula), brauche ich nicht weiter zu schildern[2], noch weni-

---

welche er „Embryosack" nennt, sowohl bei den Moosen und Lebermoosen als den Farren vor der Befruchtung eine freie Zelle („Embryozelle") wahrgenommen. Comptes rendus des séanc. de l'ac. des sc. Tom. XXV. Paris 1852. p. 851; Ann. & Mag. Nat. Hist. 2nd ser. Vol. XI. Lond. 1853. p. 482.

1) Bot. Zeit. 1850. p. 459. Taf. VI. Fig. 1—4.

2) Sieh hierüber:

HOFMEISTER in den schon mehrfach citirten vergleichenden Untersuchungen. —

Ueber den Bau der fertigen Mooskapsel ferner sieh: LANTZIUS-BENINGA, Beiträge zur Kenntniss des inneren Baues der ausgewachsenen Mooskapsel. Nova acta A. C. L. C. Vol. XXII. P. I. und

W. SCHIMPER a. o. a. O.

ger die Bildung der Sporen selbst durch Viertheilung (Mutterzellen), die in eine oder mehrere Schichten geordnet sind. Ebenso ist es überflüssig, hier an die Analogieen derselben mit der Pollenbildung der Phanerogamen zu erinnern[1]. Die Sporenkapsel der Marchantieen und von *Riccia* unterscheidet sich von den übrigen nur durch die fehlende Entwicklung ihres unteren Theiles zu einem Pedicellus.

Einen von dem bisher geschilderten abweichenden Bau der Archegonien besitzt nach HOFMEISTER und SCHACHT nur *Anthoceros*. Sie erscheinen hier nicht als von dem übrigen Zellgewebe abgegrenzte Organe. Es ist vielmehr eine beliebige Zellenreihe des laubartigen Stengels, welche sich zum Archegonialcanale umwandelt. Die zunächst unter ihm liegende Zelle übernimmt die Rolle der Centralzelle eines Archegoniums.

HOFMEISTER fand innerhalb des Calyx von *Jungermannia bicuspidata* und *divaricata* neben den eben geöffneten Archegonien sich noch bewegende Spermatozoiden; bewegungslose häufig in der Mündung des Archegonialcanales[2] und gemäss seiner neuesten Mittheilungen[3] noch bewegliche bei *Funaria hygrometrica* in den Archegonialcanal bis auf ein Drittheil von

---

1) Sieh hierüber:

v. MOHL, über die Entwicklung der Sporen von Anthoceros laevis. Vermischte Schriften pag. 84, und:

Einige Bemerkungen über die Entwicklung und den Bau der Sporen der cryptog. Gewächse. Vermischte Schriften p. 67.

LANTZIUS-BENINGA, de evolutione sporidiorum in capsulis muscorum. Goettingae 1844.

SCHACHT, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Frucht und Sporen von Anthoceros laevis. Bot. Zeit. 1850. S. 457 ff.

2) Vergleichende Untersuchungen etc. Tab. VIII. Fig. 49 (wie es hier statt: Fig. 79 heissen soll) und Fig. 61; Tab. IX. F. 2. p. 37,38.

3) Flora 1854. p. 259.

dessen Länge vorgedrungen. Aehnliches W. SCHIMPER bei *Sphagnum*[1].

Die Entwicklung der jungen Moospflanze aus der Spore beobachtete zuerst HEDWIG; in neuerer Zeit NEES v. ESENBECK, BISCHOFF und vorzüglich GOTTSCHE, W. SCHIMPER und HOFMEISTER[2]. Sie geht bei den Laubmoosen nicht unmittelbar aus der Innenzelle der Spore hervor, sondern erst durch Vermittelung eines Geflechtes gegliederter, confervenartiger Fäden — Protonema (Proembryo, HOFMEISTER). Diese Fäden sind nach HOFMEISTER nicht gleichartig, sondern scheinen zum Theile Stengeln, zum Theile Blättern zu entsprechen. Nur die ersteren sind fähig, durch Theilung ihrer Endzelle mittelst wechselnd geneigter Scheidewände in eine bald Blätter und Wurzelfäden entwickelnde Knospenanlage sich auszubilden, und so die Grundlage zur vollkommenen Moospflanze zu werden. Beim Eindringen in die Erde erhalten sie, gleich den sogenannten Wurzeln der Moose schiefe Zwischenwände und werden chlorophyllos; andererseits beobachteten NÄGELI[3] und SCHIMPER, dass die aus den Blattachseln oder den Blattzellen hervorgehenden Protonemafäden (Luftwurzeln der Aut.) und die Wurzeln selbst der Moose, da, wo sie dem Lichte ausgesetzt sind, ergrünen, ungeneigte Querwände bekommen und Knospen ansetzen.

Für die Lebermoose erscheint nach den von HOFMEISTER gegebenen Entwicklungsgeschichten wenigstens das allgemeine Vorkommen eines Vorkeimes zweifelhaft[4]. GOTTSCHE's

---

1) Ann. des sc. nat. 4me sér. t. I. (1854) p. 320.

2) a. d. a. OO.

3) Zeitschrift für wissensch. Bot. v. SCHLEIDEN und NÄGELI, Heft II. Zürich 1845. p. 168.

4) Sieh auch: HOFMEISTER, *über die Stellung der Moose im Systeme.* Flora. 1852. p. 6.

Ansicht geht eben dahin[1]. BISCHOFF glaubte bei einigen Arten einen Proembryo wahrgenommen zu haben[2]. Auch J. GROENLAND betrachtet den bei allen von ihm beobachteten Species aus der Spore hervorgehenden Zellenkörper, welcher keineswegs allmählig in die eigentliche Pflanze übergehe, als Proembryo (Protonema)[3].

V. Pteridoideen.

(Farren im weiteren Sinne.)

Es würde hier zu weit führen, wollte ich mehr als beiläufig der Versuche älterer Botaniker erwähnen, geschlechtliche Organe, von deren Zusammenwirken sie die regelmässige Fortpflanzung aller Gewächse abhängig glaubten, auch bei den Farren (im weiteren Sinne) nachzuweisen; Versuche, welche mit um so mehr Eifer aufgenommen wurden, seit HEDWIG das Vorhandensein einer Sexualität bei den Moosen mit überwiegender Wahrscheinlichkeit dargethan hatte. Während LINNÉ und seine Vorgänger glaubten, die Sporen dieser Gewächse im Allgemeinen mit dem Pollen identificiren zu müssen, liessen spätere Beobachtungen über ihre weitere Entwicklung, ihre Keimung, welche schon MORISON und STEHELIN ihrem Endresultate nach kannten, dieselben — hier wie überall —, ohne Bedenken als Samen, die Sporenkapseln demnach als weibliches Organ betrachten. Als männliche Blüthentheile

1) Acta Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XX. P. I. p. 386.

2) BISCHOFF, *Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Lebermoose.* Bot. Zeit. 1853. p. 113. (Nach Beobachtungen aus den Jahren 1828 und 1829 !).

3) J. GROENLAND, mémoire sur la germination de quelques hépatiques. Ann. des sc. nat. 4me sér. t. I. (1854) p. 5 ff.

waren nach einander (für die eigentlichen Farren): zwischen den Spreuschuppen der jungen Blattstiele (MICHELI [1]), auf ersteren (GRIFFITH [2]) und an den Spitzen der Schleierchen (SCHMIDEL [3]) befindliche Körperchen (Drüsenhaare), die Spaltöffnungen (GLEICHEN [4]), der Ring der Kapseln (SCHMIDEL [5]), Gruppen von Spiralfaserzellen an den Enden der Blattnerven (BERNHARDI), das Indusium (KOELREUTER [6]), die Drüsenhaare der Fiedernerven (HEDWIG [7]), der Inhalt der jungen Sporenkapseln neben den Sporen (GAERTNER und MIRBEL), die losen Zellen der Baumfarren-Lenticellen (v. MARTIUS [8]), an den Stielen der Sporenkapseln bei mehreren Farren befindliche Drüsenhaare (PRESL [9], MEYEN [10]) u. a. m. erklärt worden. Bei den Equiseten betrachteten DU HAMEL [11], HEDWIG [12] und VAUCHER [13] die Enden der Elateren, an welchen sie kleine

---

1) TOZZELIUS in appendice ad MICHELII Catalog. pl. hort. Caes. Flor. Florentiae 1748. pag. 135, 136.

2) Posthumous Papers, Journal of Travels, 444. Nach A. HENFREY in: Report of the British Association for the Advancement of Science for 1851. London 1852. pag. 107.

3) Icones plant. et analys. part. Edit. 2a. Erlangae 1793. I. p. 48. Nr. 8. Tab. XIII. Fig. 6, 7, 8, 9.

4) W. FR. v. GLEICHEN, das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen. Nürnberg 1764. p. 24. Tab. III. F. 6 u. p. 30 des 2. Abschn., Tab. XXIV. F. 9.

5) C. CH. SCHMIDEL, Dissertatio de Buxbaumia. Erlangae 1758. p. 37, 38.

6) Das entdeckte Geheimniss der Kryptogamie. Karlsruhe 1777. p. 89 ff.; p. 135.

7) Theoria generat. et fruct. plant. cryptog. Petrop. 1784. pag. 40 ff.

8) Denkschriften der botan. Gesellsch. in Regensburg II. 125. (Nach H. v. MOHL, vermischte Schriften, Tübingen 1845. p. 111.)

9) Tentamen Pteridographiae. Pragae 1836. p. 15 ff. Tab. XI. A, B.

10) Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. III. p. 199.

11) Physique des arbres. Paris 1758.

12) a. a. O. p. 35 ff.

13) Monographie des Prêles. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève. Tom. I. Part. 2de. Genève 1822. p. 350, 359.

Körnchen bemerkt hatten, als Staubfäden, KOELREUTER erklärte dafür die Schilder der Sporenfrüchte; bei den Lycopodiaceen aber die Kapselmembran[1]. Bei den Rhizocarpeen wurden von den meisten Botanikern die kleinen Sporen als männliche, die grossen als weibliche Organe betrachtet[2].

Farren (im engern Sinne). Beobachtungen über die Entwicklung der Farren aus der Spore führten NÄGELI[3] zu der Auffindung von Antheridien an der Unterseite des schon früher (von KAULFUSS[4], NEES v. ESENBECK[5] etc.) beschriebenen und als Keimblatt — Pseudocotyledon — bezeichneten Prothalliums (Proembryo autor. nonnull.). LESZCZYC-SUMIŃSKI, WIGAND, THURET, v. MERKLIN, SCHACHT, HOFMEISTER, HENFREY lieferten Beiträge zu ihrer Entwicklungsgeschichte und zur Kenntniss ihres Inhaltes. Sie wiederholen in ihrer Entstehung und ihrem Baue im Allgemeinen den Typus der Moosantheridien und erheben sich in der Regel auf einer oder wenigen übereinandergelagerten Stiel-Zellen über die Oberfläche des Prothalliums. Ihre Hülle besteht — nach HOFMEISTER[6] — aus wenigen, grossen Zellen. Dieselben umschliessen eine kugelförmige Gruppe kleiner cubischer Zellen, deren Wände bei der Reife der Antheridie sich verflüssigen und dadurch in ihnen enthaltene Bläschen (die primären Kerne der cubischen Zellen?) mit Spiralfäden in ihrem Inneren frei

1) a. a. O. pag. 119, 135; — pag. 73, 134.

2) Die ausführliche Litteratur hierüber sieh in: METTENIUS, Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen. Frankfurt 1846.

3) Zeitschrift für wissensch. Bot. von SCHLEIDEN u. NÄGELI, Heft I., Zürich 1844. p. 168 ff.

4) G. FR. KAULFUSS, das Wesen der Farrenkräuter. Leipzig 1827.

5) *Entwicklungsgeschichte der Pteris serrulata.* Nova acta A. C. L. C. Vol. XII. P. I. p. 157 ff.

6) W. HOFMEISTER, vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung u. Fruchtbildung höherer Kryptogamen. Leipzig 1851. p. 79 ff.

werden lassen. Alsbald zerreisst die oberste Hüllzelle der Antheridie sternförmig, die Samenfädenbläschen treten heraus und zerreissen gleichfalls, die spiralig gewundenen und an ihrem vorderen, dickeren Ende mit vielen Wimpern versehenen Spermatozoiden entlassend.

Nach WIGAND[1] besitzen die Antheridien verschiedener Species, oft auch selbst die eines und desselben Prothalliums einen verschiedenen Bau, und bestehen zum Theile nur aus einer Zelle. So stellt auch LESZCZYC-SUMIŃSKI[2] die Antheridien von *Pteris serrulata* dar. HOFMEISTER beobachtete Aehnliches nur bei den Antheridien der Sprossungen abortirender Prothallien[3]. THURET[4] und MERKLIN[5] hielten das Centrum der Antheridie für einen Intercellularraum; SCHACHT[6], in Uebereinstimmung mit seinen Ansichten über den Bau der Moosantheridien, für eine grosse Zelle, innerhalb welcher die Schwärmfadenzellen zu je 4 in einer Mutterzelle entständen. Mit ihm stimmt, was den ersteren Punkt betrifft, HENFREY[7] überein. Auch die Gestalt der Spermatozoiden und die Art

1) ALB. WIGAND, zur Entwicklungsgeschichte der Farrenkräuter. Bot. Zeit. 1849. Sp. 17 ff. u. botanische Untersuchungen, Braunschweig 1854. p. 44 ff.

2) Graf LESZCZYC-SUMIŃSKI, zur Entwicklungsgeschichte der Farrnkräuter. Berlin 1848.

3) Vergleichende Untersuch. etc. pag. 84.

4) M. G. THURET, *note sur les anthéridies des Fougères*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XI. (1849) p. 5 ff.

5) C. E. v. MERKLIN, Beobachtungen an dem Prothallium der Farrnkräuter. Petersburg 1850.

6) H. SCHACHT, die Pflanzenzelle. Berlin 1852. pag. 114 und *Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Farrnkräuter*. Linnaea Bd. XXII. (1849) p. 753 ff. Tab. V. Fig. 11.

7) ARTH. HENFREY, on the Development of Ferns from their Spores. Transact. of the Linnean soc. Vol. XXI. London 1855. pag. 121. (Read June 15, and Nov. 2 & 16, 1852).

ihrer Bewimperung, welche zuerst THURET und SUMIŃSKI wahrgenommen, ist nach WIGAND eine vielfach verschiedene[1].

In der Regel auf denselben Prothallien, nur bei wenigen Arten auf besonderen, erscheinen wenig später, noch ehe das successive Hervortreten der Antheridien beendet ist, die Archegonien, deren Entdeckung wir LESZCZYC-SUMIŃSKI verdanken[2]. Sie treten als kurz cylindrische, ellipsoidische Organe über die (untere) Prothalliumsfläche hervor und bestehen aus 4 (8—10gliedrigen) Zellenreihen, welche einen centralen Canal umschliessen. Dieser bildet sich entweder durch Resorption der Querwände einer fünften axilen Zellenreihe, oder durch Auseinanderweichen jener vier an ihrer gemeinschaftlichen Commissuralstelle. Beide Bildungsweisen kommen an verschiedenen Archegonien derselben Art, ja desselben Prothalliums vor[3]. Nach METTENIUS[4] bildet sich der untere Theil des Canales als Intercellularraum über der Centralzelle des Archegoniums (Keimbläschen von Mettenius genannt) schon vor dem vollendeten Längswachsthume des cylindrischen Halstheiles des Archegoniums. Nach Innen zu führt dieser Canal auf eine im Grunde des Archegonium's gelegene, durch ihre Grösse ausgezeichnete Zelle — die Centralzelle des Archegoniums. In ihr bildet sich, wie bei den Moosen, noch vor der Oeffnung des Canales nach aussen, frei um einen neugebildeten, secundären

---

1) p. 46 a. a. O.

2) Sieh die cit. Abhandlung.

3) Die Farren bilden so bezüglich der Construktion der Archegonien das verbindende Mittelglied zwischen den Moosen einerseits und den Rhizocarpeen und Lycopodiaceen andererseits. — HOFMEISTER, vergl. Unters. p. 81.

4) Beiträge zur Botanik, Heft I. Heidelberg 1850. p. 18 ff.

Zellkern[1], eine Tochterzelle (Keimbläschen) — die Grundlage der neuen Pflanze[2].

In der Regel[3] nur Ein Archegonium an Einem Prothallium gelangt zu weiterer Ausbildung. Die zuletzt beschriebene Zelle in ihm vergrössert sich, bis sie die Centralzelle ausfüllt und verwandelt sich durch wiederholte Theilung in einen mehrzelligen, ellipsoidischen, lose in der Höhle des Archegoniums liegenden Körper — das Rudiment der neuen Pflanze, die primäre, unentwickelt bleibende, embryonale Achse. Ihre Spitze geht beim weiteren Wachsthume allmählig eine ziemlich innige Adhäsion mit den Zellen des Archegoniumgrundes ein. Unter derselben sprosst an der vorderen, dem jüngeren, herzförmig ausgeschnittenen Rande des Prothalliums zugewendeten Seite der bald das Archegonium durchbrechende und sich nach aufwärts biegende erste Wedel hervor. Ihm gegenüber, aus der hinteren, dem älteren, Antheridien und Wurzelhaare tragenden Theile des Prothalliums zugewendeten Seite, die erste Nebenwurzel. Die Hauptwurzel, das untere Ende des eiförmigen Embryo, bleibt unentwickelt. Zwischen dem ersten Wedel und der unentwickelt bleibenden

---

1) Sieh: Hofmeister, *über die Befruchtung der Farrenkräuter.* Flora 1854. p. 257.

2) Ueber ihr Vorhandensein zu der Zeit, ehe die Archegonien entweder abortiren oder sich weiter entwickeln, sind Hofmeister, Wigand, Merklin und Suminsky in Uebereinstimmung; Pringsheim dagegen gibt an, dieselbe auch hier, wie bei den Moosen, zu dieser Zeit als Zelle noch nicht haben wahrnehmen zu können. (Am früher angef. O.) Mit ihm stimmt Henfrey überein, wenn wir anders dessen Vergleichung des in Rede stehenden Gebildes mit den Keimbläschen der Phanerogamen (Trans. of the Linn. soc. Vol. XXI. pag. 125) und seine an einem später anzuführenden Orte ausgesprochene Ansicht, dass diese Keimbläschen vor der Befruchtung keine Zellmembran besitzen, sondern blosse Protoplasmamassen sind, richtig combiniren.

3) Ausnahmsfälle wurden von Merklin u. Wigand beobachtet. (Sieh an d. o. a. OO.).

Spitze des Embryo erhebt sich bald als kleiner Zellhügel die secundäre, fortwachsende, unter ihrer Spitze immer neuen Wedeln den Ursprung gebende Achse der neuen Pflanze.

An fehlschlagenden Prothallien, welche unter günstigen Umständen noch lange fortvegetiren, entwickeln sich fortwährend neue Archegonien, aber von veränderter Gestalt, indem ihnen der cylindrische Halstheil fehlt; sie waren von Sumiński und Merklin für die jüngeren Entwicklungsstufen der Archegonien angesehen worden. Ausserdem mehrfache Sprossen mit zahlreichen, einzelligen Antheridien.

Leszczyc-Sumiński und Merklin[1] haben das Eintreten der Spermatozoiden in den Archegonialcanal beobachtet. Die längst und allgemein widerlegte, von dem ersteren gegebene Darstellung der Entstehung des Embryo aus dem in die freie Zelle des Archegoniums eingetretenen Ende eines Spiralfadens — hervorgegangen aus der Verwechselung des geronnenen Plasmas des Archegonialcanales mit einem Spiralfaden — bedarf keiner Erwähnung mehr. Schon Merklin modificirte die Angaben Suminski's dahin, dass die in das Archegonium eingetretenen Spiralfäden, „hier eine Zelle (durch dynamische oder materielle Einwirkung?), zur Fortentwicklung unter einem bestimmten Bildungsgesetze disponiren, deren Produkt der Wedel ist.“ Hofmeister sah in neuerer Zeit[2] die Spiralfäden durch die verdünnte und erweichte Membran der Centralzelle des Archegoniums in deren Inneres vordringen und dort den freien Theil des Keimbläschens geraume Zeit umspielen. Das innere Ende des

1) S. a. d. o. a. OO. u. in Merklin's offenem Briefe an H. Schacht: „Zu den Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Farrnkräuter. Linnaea Bd. XXIII. Halle 1850. p. 732.

2) Flora 1854. p. 257.

Canales solcher Archegonien erschien durch nachträgliche Ausdehnung der umgebenden Zellen geschlossen — das erste Zeichen der geschehenen Befruchtung.

Equiseten. Die Antheridien auf dem unregelmässig gelappten Prothallium der Equiseten wurden, während die sogenannte Keimung ihrer Sporen überhaupt schon früher und besonders von AGARDH[1], VAUCHER[2] und BISCHOFF[3] näher untersucht war, erst, als die Entdeckung der Antheridien bei den Farrenkräutern die Vermuthung rege gemacht hatte, dass sie auch hier nicht fehlen dürften, zuerst von THURET[4], dann von MILDE[5] und HOFMEISTER[6] beobachtet. Sie finden sich als conische, zellige Erhebungen auf dem Rande des Prothalliums, nicht scharf von demselben abgegrenzt, sondern mit ihrem Grunde demselben eingesenkt; die Zellen ihrer einfachen Hülle setzen sich unmittelbar in die obere Zellenlage des Prothalliums fort. Ihr Kern besteht in ihrer Jugend aus kleinen cubischen Zellen, in welchen sich auf gleiche Weise, wie bei den Farren, die spiralfadenerzeugenden Bläschen bilden. Sie öffnen sich bei

---

1) M. AGARDH, observations sur la germination des Prêles. Mém. du Mus. d'Hist. Nat. Tom. IX. Paris, 1822. p. 283 ff. Pl. 13.

2) VAUCHER, monographie des Prêles. Mém. de la soc. de Phys. et d'Hist. Nat. de Genève. Tom. I. Part. 2de. Genève 1822. p. 347 ff. Pl. II. Fig. 3, 4 und:

Mémoire sur la fructification des Prêles. Mémoires du Mus. d'Hist. Nat. Tom. X. Paris 1823. p. 429 ff. Pl. 27.

3) GOTTL. W. BISCHOFF, die kryptogamischen Gewächse. Nürnberg 1828 und:

Ueber die Entwicklung der Equiseten. Nova Act. Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XIV. P. 2. (1828) p. 779 ff. Tab. XLIV.

4) Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XI. (1849) p. 10.

5) J. MILDE, zur Entwicklungsgesch. der Equiseten und Rhizocarpeen. Nova acta A. C. L. C. Vol. XXIII. P. II. p. 630 ff.; und:

De sporarum Equisetorum germinatione. Linnaea Bd. XXIII. (Halle 1850) p. 558 ff.

6) Vergleichende Unters. etc. pag. 100 ff.

vollkommener Reife durch Auseinanderweichen der oberen Hüllenzellen, welche nur durch ihre untere Wand mit den unterliegenden Zellen im Zusammenhange bleiben und gleich einer Krone die Mündung umgeben[1]. — Die Spermatozoiden sind grösser als jene der Farren, überhaupt die grössten aller bis jetzt bei Pflanzen gefundenen, und stellen ein korkzieherartig gewundenes, am vorderen, bei ihrer Bewegung vorausgehenden Theile mit zahlreichen Wimpern besetztes Band dar. Ihr hinteres Ende ist, im Gegensatze zu dem der übrigen bekannten Spermatozoiden, stark verbreitert, flossenartig. Das Austreten aus dem Samenbläschen geschieht, wie diess auch bei den Moosen und Farren vorkommt, häufig nur unvollständig; oft bleibt letzteres an ihrem vorderen oder hinteren Ende hängen und wird von ihnen mit fortgezogen.

Die erste Notiz von der Beobachtung eines (abgestorbenen) Archegoniums am Prothallium der Equiseten finde ich bei METTENIUS[2]. Rudimente von Archegonien haben HOFMEISTER[3] und MILDE[4] in ihren früheren Arbeiten abgebildet; später haben beide Beobachter gleichzeitig (wie ich aus einer vom 20. Juni 1852 datirenden von der Abbildung eines Archegonium's begleiteten, brieflichen Mittheilung MILDE's an Professor SCHLEIDEN ersehe) dieselben an Prothallien, deren schwierige, oft missglückte Kultur ihnen endlich gelungen war, im entwickelten Zustande aufgefunden; MILDE bei *Equisetum Telmateja*[5], HOFMEISTER bei *Equ. arvense* (*pratense* und *variegat.*)[6]

1) Sieh THURET's Abbildung in Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XVI. (1851) Pl. XV.

2) Beiträge zur Botanik. Heft I. Heidelberg 1850. p. 22.

3) Vergl. Unters. Leipz. 1851. Taf. XX. Fig. 61. a. b. Fig. 62.

4) a. o. a. O. Taf. 59. Fig. 47. a.

5) J. MILDE, *das Auftreten der Archegonien am Vorkeime von Equiset. Telmateja Ehrh.* Flora 1852 (v. 28. Aug.) p. 497 ff. und:

Bei den bis jetzt beobachteten Species entwickelten sich, und zwar verhältnissmässig erst spät, Archegonien in der Regel nur auf besonderen, nicht zugleich Antheridien tragenden Prothallien, welche durch einen kräftigen Wuchs ausgezeichnet waren[1], oder wenigstens auf besonderen, später gebildeten Prothalliumssprossen[2]. Sie entstehen am Rande des Prothalliums, kommen aber, indem die Masse des Prothalliums unter ihnen fortwächst, später auf dessen Oberfläche zu stehen. Ihre Structur ist im Wesentlichen dieselbe wie bei den Farren; ihre Entwicklungsgeschichte[3] folgende: Eine Zelle der Prothalliumoberfläche wölbt sich nach aussen und theilt sich durch eine der Fläche des Prothalliums parallele Querwand in zwei übereinanderliegende Zellen. Die untere davon ist die Centralzelle des Archegoniums, die obere theilt sich durch zwei auf einander rechtwinklige und auf der Decke der Centralzelle senkrecht stehende Wände in vier Zellen, welche durch mehrfach wiederholte Quertheilung den aus vier Zellenreihen bestehenden, cylindrischen Halstheil des Archegoniums bilden. Die Nachbarzellen der Centralzelle bilden sich durch mehrfache Theilung in eine oder zwei, letztere umgebende, epithelium-

---

Zur Entwicklung der Equiseten. Bot. Zeit. 1852. (v. 6. Aug.) Sp. 537.

6) W. HOFMEISTER, *über die Keimung der Equisetaceen.* Flora 1852 (v. 7. Juni) p. 385 ff. und:

Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Aus den Abhandl. der math.-physischen Klasse d. kgl. Sächsischen Gesellsch. der Wissensch. Leipzig 1852. p. 168 ff. Taf. XVII—XIX.

1) Einen Ausnahmsfall beschreibt z. B. BISCHOFF bei Equisetum sylvaticum L.: Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Equiseten. Bot. Zeit. 1853. Sp. 97 ff.

2) Sieh: MILDE, weitere Nachträge zur Kenntniss der Equiseten und ihrer Entwicklung. Nova acta Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XXIV. P. I. (1854) pag. 68, 71.

3) Sieh HOFMEISTR a. a. O.

ähnliche Zellenschichten um. Die Scheitelzellen des Archegoniumhalses verlängern sich mehr, als die unteren und krümmen sich nach der Bildung des Archegonialcanales (durch Auseinanderweichen der vier Zellenreihen an ihrer gemeinschaftlichen Berührungsstelle), wie die Narbenzipfel einer *Campanula*, nach aussen zurück. Schon auf den ersten Entwicklungsstufen des Archegoniums bildet sich in der Centralzelle um einen secundären Kern eine freie Tochterzelle — das Keimbläschen[1]. Den zu ihrer Ernährung nicht verwendeten Rest des Inhaltes scheint die Centralzelle bei der Bildung des Canales in diesen zu entleeren.

In der Regel wird mehr als Ein Archegonium eines Prothalliums befruchtet. Die ersten Vorgänge nach der Befruchtung erscheinen so durchaus übereinstimmend mit denen bei den Farren, dass ihre Schilderung übergangen werden kann. Auch hier bleibt die primäre Achse des Embryo unentwickelt. Seitlich ihrer Spitze sprosst die bald nach oben sich wendende und das Prothallium durchbohrende, entwicklungsfähige, secundäre Achse der neuen Pflanze hervor; ihr gegenüber, nach unten das Prothallium durchbrechend, die erste Nebenwurzel.

Rhizocarpeen. NÄGELI[2] verdanken wir die Kenntniss der Spermatozoiden dieser Pflanzen. Sie entwickeln sich als einfache Fäden in kleinen Bläschen (Kernen?), welche, je eines (Pilularia) oder mehrere (Salvinia), innerhalb kleiner Zellen enthalten sind, welche bei dem sogenannten Keimen

1) MILDE ist es geglückt, diese Zelle aus einem günstig verletzten Archegonium „ganz" herauszudrücken. Nova acta Ac. C. L. C. N. C. Vol. XXIV. P. I. (1854) pag. 69.

2) C. NÄGELI, *über die Fortpflanzung der Rhizocarpeen.* Zeitschrift für wissensch. Bot. v. SCHLEIDEN u. NÄGELI. Heft III. u. IV. Zürich 1846. p. 188 ff.

der **Mikrosporen**, d. i. bei dem Hervortreten ihrer Innenzelle aus der gesprengten Cuticula in Gestalt eines der Spore an Länge nachstehenden Schlauches innerhalb dieses sich bilden und nach dessen Platzen frei werden. Bei *Salvinia* sind die Mikrosporen innerhalb ihres Sporangiums mit einander verklebt; sie keimen, ohne dasselbe verlassen zu haben, und mit ihren Schläuchen es durchbrechend[1]. Aus den isolirten Zellen treten alsbald die Spermatozoiden selbst hervor und zwar ohne dass ihre Mutterbläschen vorerst jene verlassen hätten. Sie gleichen rücksichtlich ihrer Bewegung und Bewimperung vollkommen den Spermatozoiden der Polypodiaceen[2].

Derselbe Forscher bahnte auch das richtige Verständniss des aus dem Scheitel der **Megaspore** hervortretenden und in Verbindung mit ihr bleibenden, wenig zelligen **Prothalliums** und der darauf befindlichen **Archegonien** an. HOFMEISTER[3] und METTENIUS[4] vollendeten durch ihre Untersuchungen unsere Einsicht in die Bedeutung dieser Organe.

Die Archegonien von *Pilularia* stimmen in ihrem Baue der Hauptsache nach vollkommen mit denen der Equiseten überein. Jedes Prothallium trägt hier, wie bei der folgenden Gattung, nur Ein Archegonium.

Bei *Marsilea* findet sich eine Verschiedenheit in so fern, als nicht nur die vier die Centralzelle anfänglich bedeckenden Zellen, sondern auch die neben ihnen liegenden eine mehrmalige Theilung durch quere, der Aussenfläche des Prothalliums parallele Wände eingehen, der Halstheil des Archegoniums

---

1) J. MILDE, *Beiträge zur Keimung von Salvinia und Pilularia.* Nova acta A. C. L. C. Vol. XXIII. P. II. p. 642. Tab. 60.

2) HOFMEISTER, vergleich. Unters. etc. p. 109.

3) a. a. O. p. 103 ff. und: Ueber die Fruchtbildung und Keimung der höheren Kryptogamen. Bot. Zeit. 1849. Sp. 793.

4) Beiträge zur Botanik. Heft I. p. 3 ff.

desshalb nicht als cylindrische Erhebung über das Prothallium hervortritt, sondern gleichsam in dessen Gewebe eingesenkt erscheint.

Bei *Salvinia* endlich bleibt dieser Halstheil auf jene vier Deckelzellen beschränkt. Durch das Auseinanderweichen ihrer gemeinschaftlichen Berührungskanten bildet sich als kurzer Intercellulargang der auf die Centralzelle zuführende Archegonialcanal. In der Centralzelle finden sich hier öfters zwei Keimbläschen[1].

Auch die Umbildung des Keimbläschens in den Embryo und die weitere Entwicklung dieses folgt wesentlich demselben Typus, wie bei den Equisetaceen und Farren.

Die Angaben früherer Beobachter[2], dass bei Getrennthaltung der Mikrosporen von den Megasporen an letzteren sich wohl Prothallien, aber keine jungen Pflanzen bilden, werden durch Hofmeister bestätigt.

Die Bildung der Mikrosporen (innerhalb Sporenbehältern, welche denen der Farrenkräuter vergleichbar sind und in ihrer Gesammtheit und zugleich mit den Megasporen, umschlossen von einer gemeinschaftlichen Hülle, die sogenannte Frucht (receptaculum) der Rhizocarpeen darstellen) erfolgt nach demselben Typus, wie die Pollenbildung der Phanerogamen, in tetraëdrisch innerhalb einer Mutterzelle angeordneten Specialmutterzellen. Durch überwiegendes Wachsthum einer solchen jugendlichen Spore und gleichzeitige Verdrängung nicht bloss der in derselben Mutterzelle mit ihr noch enthaltenen übrigen, sondern auch aller weiteren Sporen des ganzen Sporangiums

1) Hofmeister in Flora 1854. p. 257.

2) Hieher zählt bereits Paolo Savi: *Sulla Salvinia natans memoria.* Bibliotheca italiana. Tom. XX. (Nach G. L. Duvernoy, de Salvinia natante dissert. Tub. 1825. p. 5).

(sammt den umschliessenden Mutterzellen) geht die Mega-spore hervor. — Bei *Salvinia* sind Mikro- und Megasporen in besonderen Receptaculis enthalten.

Die Analogie im Baue zwischen der grossen Spore von *Azolla* und jener von *Salvinia*, ebenso zwischen den Mikrosporenmassen beider ist durch METTENIUS nachgewiesen[1].

Lycopodiaceen, A. Selaginellen. Durchaus ähnlich den Mikro- und Megasporen der vorigen Gruppen verhalten sich, wie uns die schönen Untersuchungen von METTENIUS[2] und HOFMEISTER[3] lehren, die kleinen und grossen Sporen der Selaginellen, sowohl bezüglich ihrer Bildungsweise, als ihrer Bedeutung für den Fortpflanzungsprocess.

Was die erstern betrifft, so genügt es, zu bemerken, dass die Entwicklungsgeschichte der Megasporenkapsel (Kugelkapsel Hofm.) dieselbe ist, wie die der Mikrosporenkapsel (Staubkapsel Hofm.) bis zur Bildung der Sporenmutterzellen. Nur eine von diesen gelangt in der Kugelkapsel zur weiteren Entwicklung — zur Bildung von vier Specialmutterzellen und Sporen, welche hier alle vier ihre Ausbildung erreichen. Die Sporenkapsel geht nach HOFMEISTER nicht aus dem Blatte hervor, auf welches sie später hinausgerückt erscheint, wie diess v. MOHL[4] annimmt, sondern aus den Zellen des Stengelumfanges dicht ober dem Blatte.

Fünf Monate nach der Aussaat sah HOFMEISTER in den

---

1) Linnaea XX. (1847), und: Ann. des sc. nat. 3me sér. t. IX. (1848) p. 116.

2) Beiträge zur Bot. Heft I. p. 7 ff.

3) Vergleichende Unters. etc. p. 118 ff.

4) H. v. MOHL, *morphologische Betrachtungen über das Sporangium der mit Gefässen versehenen Kryptogamen.* Vermischte Schriften. p. 106.

Mikrosporen kleine, kugelige Zellen, in diesen spiralig aufgerollte Spermatozoiden sich entwickeln, welche nach ihrem Austritte sich träg bewegten.

Erst sechs Wochen später, so dass eine Befruchtung nur möglich war, wenn um den gleichen Zeitraum später ausgesäte Mikrosporen vorhanden waren, fand die sogenannte Keimung der Megasporen, die Entwicklung eines Archegonien tragenden Prothalliums, statt. Schon in der noch in der Kugelkapsel eingeschlossenen Megaspore findet sich unter ihrem Scheitel (dem früheren Berührungspunkte mit ihren drei Schwestersporen, auf welchem drei, den früheren Berührungskanten entsprechende, Leisten mit Längsspalten zusammenlaufen) eine doppelte Zellenschichte, von welcher es unentschieden ist, ob sie durch freie Zellenbildung nach Art des Endospermes im Embryosacke der Coniferen, oder durch Theilung entstanden ist. Durch wenige Male wiederholte Längs- und Quertheilung bildet sich diese Schicht in das flache Prothallium um. An mehreren Punkten desselben entstehen Archegonien durch Quertheilung einer nach aussen gewölbten Zelle, Vergrösserung der unteren, neu entstandenen Zelle zur Centralzelle und successiver Theilung der oberen in zwei Stockwerke von je vier Zellen, von denen aber nur die oberen über die Fläche des Prothalliums hervorragen. Archegonialcanal und Keimbläschen bilden sich wie bei den Rhizocarpeen. Der unter dem Prothallium gelegene freie Raum der Spore füllt sich allmälig von oben nach unten mit Zellgewebe an.

Der erste Schritt zur Bildung des Embryo geschieht durch die Quertheilung des Keimbläschens. In der Regel wiederholt sich dieselbe noch mehrmals unter gleichzeitiger Längsdehnung der neugebildeten Zellen — es bildet sich ein proembryonaler Zellenstrang (Embryoträger), welcher

nach unten in das die Megaspore erfüllende Zellgewebe vordringt und hier erst durch Theilung seiner Endzelle mittelst wechselnd geneigter Scheidewände der Masse des Embryo (dem Embryokügelchen) die Entstehung gibt. Nicht aus der Gipfelzelle dieses Zellenkörpers, sondern aus einer seitlichen geht die wieder aufwärts gerichtete und das Prothallium nach oben durchbrechende, sich bald beblätternde, secundäre Achse hervor; ihr gegenüber die erste Nebenwurzel. Das Ende der ersten Achse selbst dehnt sich in den Innenraum der Spore hinein aus, das daselbst befindliche Zellgewebe verdrängend. Selten bildet sich auf einem Prothallium mehr als ein Keimpflänzchen.

B. Isoëteen. Die Fortpflanzung von *Isoëtes* ist in allen wesentlichen Punkten dieselbe, wie bei *Selaginella*. In kleinen Zellen, welche den Inhalt der Mikrosporen (nach ihrer sogenannten Keimung) bilden, entwickeln sich innerhalb je eines oder zweier linsenförmigen Bläschen die Spermatozoiden. Sie sind fadenförmig mit vorderem dickeren, bewimperten und hinterem verjüngten Ende; ihre Bewegung ist träge im Vergleiche mit der bei den Farren. METTENIUS[1] beobachtete dieselben zuerst.

Ueber die Bildung des Embryo gibt HOFMEISTER[2] eine vollständige Untersuchungsreihe. Sie stimmt im Wesentlichen mit der von *Selaginella* überein, nur fehlt hier der Embryoträger. Selten entwickelt sich auf einem Prothallium mehr als ein Keimpflänzchen. In der Mündung des Archego-

1) Beiträge zur Botanik. p. 16.

2) Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Aus den Abhandlungen der math.-phys. Klasse der kgl. Sächs. Ges. d. Wissensch. IV. p. 123. Leipzig 1852. — Sieh hier auch die weitere Litteratur über Isoëtes.

nialcanales glaubt HOFMEISTER öfters die Reste bewegungslos gewordener Spermatozoiden gefunden zu haben[1].

C. Lycopodien. Hier findet sich noch eine wesentliche Lücke in unserer Kenntniss über die Fortpflanzung der höheren Kryptogamen. Die Aussaatversuche ihrer Sporen misslangen bisher immer, so oft und so verschieden sie auch mochten angestellt werden. Da dieselben nur einerlei kleine Sporen tragen, so ist zu vermuthen, dass aus diesen bei der Keimung ein Prothallium hervorgeht, auf welchem zugleich Antheridien und Archegonien sich bilden.

VI. Phanerogamen.

Für die Phanerogamen hatte MEYEN[2] die Molecularbewegung zeigenden Körnchen der Fovilla (zum Theile Amylum-Körnchen, wie bei den Onagrarieen) unter dem Namen der „spermatischen Moleküle" mit Spermatozoiden zu vergleichen gesucht. — GRISEBACH glaubte einen den Antheridien der Moose und Farren (welchen er übrigens jede geschlechtliche Bedeutung absprach) analogen Apparat in den ruhenden Knospen von Rhamnus infectoria und anderen Pflanzen und in denselben langgeschwänzte Kügelchen („Phytozoen"), in einer Zelle eingeschlossen oder frei umherschwärmend, gefunden zu haben[3]. ITZIGSOHN nahm keinen Anstand, diese Phytozoen für die wahren Spermatozoiden der Phanerogamen zu erklären[4]. — Ein ähnliches Auftreten von Zellchen in den Pollenschläuchen der Coniferen, wie in den Schläuchen der Mikrosporen,

---

1) a. a. O. p. 131.
2) Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. III. p. 192 ff.
3) Bot. Zeit. 1844. p. 661.
4) Bot. Zeit. 1849. p. 560.

führte HOFMEISTER zu der Vermuthung, dass auch dort Samenfäden sich erzeugen möchten[1]; seine eigenen, späteren Untersuchungen[2] und die SCHACHT's[3] haben diese Vermuthung jedoch nicht bestätigt. —

Coniferen und Cycadeen (Gymnospermen.) Bei den Coniferen ist die Untersuchung über die Bildung des Embryo noch nicht in allen Punkten bis zum wünschenswerthen Abschlusse gediehen[4]. Doch ist mit überwiegender Wahrscheinlichkeit dargethan, dass derselbe hervorgeht aus einer Zelle — Keimbläschen —, welche mit dem Pollenschlauche in ebenso nahe Berührung tritt, wie bei den übrigen Phanerogamen. Von diesen weicht übrigens der Befruchtungsprocess der Coniferen in zwei Punkten auffallend ab.

Die erste Abweichung betrifft die Organisation der Samenknospe. Der Embryosack füllt sich hier vor dem

---

1) Vergleichende Untersuchungen etc. Leipzig 1851. p. 132.

2) Flora 1854. p. 529.

3) Das Mikroscop etc. Berlin 1855. p. 148.

4) Sieh: W. HOFMEISTER; vergleichende Untersuch. der Keimung etc. höherer Kryptog. u. der Samenbildung der Coniferen, Leipzig 1851. p. 126 ff.

— — u.: *Ueber die Befruchtung der Coniferen.* Flora 1854. p. 529.

SCHACHT, die Pflanzenzelle, Berlin 1852. p. 417. — Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Gewächse. Berlin 1854. p. 287 u. 324.

— — das Mikroscop etc. Berlin 1855. p. 148.

GÉLÉZNOFF, *embryogénie du mélèze.* Bullet. de l'acad. etc. du Moscou, 1849 u. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XIV. (1850) p. 188.

PINEAU, *recherches sur la formation de l'embryon chez les conifères.* Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XI. (1849) pag. 83.

GOTTSCHE, Bot. Zeit. 1845. Sp. 378 ff. u. 507 ff.

MIRBEL u. SPACH, notes sur l'embryogénie des Pinus Laricio et sylvestris, des Thuya orientalis et occidentalis, et du Taxus baccata. Ann. des sc. nat. 2de sér. t. XX. (1843) p. 257 ff.

ROB. BROWN, sur la pluralité et le développement des embryons dans les graines des Conifères. (Lu à Edimbourg en août 1834.) Ann. des sc. nat. 2de sér. t. XX. (1843) p. 193 ff.; übers. in Annals of Nat. Hist. Sér. I. Vol. XIII. p. 368 ff.

völligen Herabdringen des Pollenschlauches durch den (von einem einfachen Integumente umkleideten) Nucleus durch Bildung von Zellen um freie Kerne und sofortige Theilung derselben mit Endosperm aus. Einzelne dieser Endospermzellen (der zweiten Schichte, von der Mikropyle aus gezählt, angehörig) dehnen sich, das Nachbargewebe verdrängend, zu secundären Embryosäcken (corpuscula R. Br.) aus und liegen später zu 5—8 als längliche Säcke entweder unmittelbar neben einander (Cupressinen), oder bleiben durch Schichten von nicht vergrösserten Endospermzellen getrennt. Die den Scheitel eines jeden Corpusculums deckende Zelle der obersten Endosperm-Schichte verwandelt sich durch Theilung mittelst kreuzweis gestellter Längswände in eine Rosette von vier Deckelzellen, zwischen welchen später der Pollenschlauch, nachdem er die erweichte Membran des Embryosackes durchbrochen, sich mit einer Ausstülpung hindurch drängt, um entweder nur aussen an das Corpusculum sich anzulegen, oder theilweise auch durch dessen resorbirten Scheitel in sein Inneres vorzudringen.

Um diese Zeit ist das Corpusculum erfüllt mit frei schwebenden, zarten Zellen (die theilweise bereits wieder vier Tochterzellen enthalten), deren eine alsbald sich vergrössert und später in dem der Mikropyle abgewendeten Ende des Corpusculums gefunden wird, wo sie sich zunächst durch eine Querwand theilt. Bald in beiden Tochterzellen, bald nur in der unteren tritt eine Theilung durch zwei rechtwinklig zu einander stehende Längswände auf — es bildet sich die sogenannte untere Zellenrosette, der Vorkeim (Hofm.). Nach weiterer, ein- oder mehrmaliger Quertheilung (und Längstheilung bei einigen Coniferen) besteht dieser aus wenigen (3—4) übereinander liegenden Stockwerken von je 4 — 6 Zellen, deren zweites oder erstes (von oben, von der Mikropyle aus, gerechnet) sich stark

in die Länge dehnt, den Grund des Corpusculums durchbricht und in das aufgelockerte Endosperm eindringt, die unteren Zellenstockwerke vor sich herschiebend.

In dem weiteren Verhalten dieses gewöhnlich aus vier Zellensträngen bestehenden Proembryo liegt die zweite der Abweichungen, deren wir oben gedachten. Es treten nämlich die einzelnen Zellenstränge, aus welchen derselbe besteht, von unten her allmählig auseinander (bei Taxus nur unvollkommen), und aus der Endzelle eines jeden geht eine massige Embryoanlage hervor; nur eine derselben aber in der ganzen Samenknospe gelangt zu weiterer Ausbildung, alle übrigen abortiren. Einige Forscher, namentlich GÉLÉZNOFF stellen das Zerfallen des Vorkeimes in einzelne Embryoträger in Abrede.

Die Cycadeen stimmen bezüglich der Organisation der Samenknospe und der Embryobildung, so weit die jetzigen Untersuchungen reichen, mit den Coniferen überein[1].

Mono- und Dicotyledonen (Phanerogamen im engeren Sinne). Bei diesen[2] wird von den zwei oder mehreren in der

1) GOTTSCHE, Untersuchungen der ovula bei Coniferen u. Cycadeen. Bot. Zeit. 1845. Sp. 378 ff.

2) Ich verweise hier bezüglich der Litteratur und der Begründung des im Texte Ausgesprochenen auf meine jüngst erschienene Abhandlung: „die Befruchtung der Kryptogamen" Leipzig 1856.

Der im historischen Theile dort angeführten Litteratur, welche meinem ursprünglichen Plane gemäss nur das berühren sollte, was für die Entwicklung und den damaligen Stand der Frage von besonderem Belange war, füge ich hier bei, was mir seitdem von hieherzählenden Arbeiten weiter bekannt oder zugänglich geworden ist. Für die Kenntnissgabe eines Theiles derselben bin ich Herrn Dr. CASPARY zu grossem Danke verpflichtet.

Eine Arbeit von MIRBEL u. SPACH über *Zea Mais* (Notes pour servir à l'histoire de l'embryogénie végétale; Ann. des sc. nat. 2[de] sér. t. XI., 1839. p. 200 ff., u.: Rectification d'une erreur commise dans les „Notes pour servir à l'hist. de l'embryog. végét.", an demselben Orte p. 381 u. 382) ist weit davon entfernt, die entscheidenden Punkte zu treffen.

Spitze des Embryosackes gelegenen Zellen — Keimbläschen — eine (selten mehr) durch den Einfluss des Pollenschlau-

---

WILSON's Untersuchung von *Trop. majus* (On the Embryo of *Tropaeulum majus*. The London Journal of Botany by W. J. Hooker. Vol. II. Lond. 1843. p. 623 ff.) geht nicht bis auf den wirklichen Zeitpunkt der Entstehung des Embryo zurück.

TRECUL hat gemäss seiner Beschreibung (in: Recherches sur la structure et le développement du *Nuphar lutea*. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. IV, 1845, p. 328) den Pollenschlauch im Mikropylekanal wahrgenommen, hält ihn aber für einen „erstarrten Strom der Fovilla", und lässt es unentschieden, ob der mit demselben in Verbindung gesehene Embryo „aus der Fovilla allein hervorgehe", oder ob zu seiner Bildung „auch das Ovulum einige Körnchen beitrage."

Auf eine eigenthümliche, falsche Fährte, auf welche nur höchst unvollkommene Untersuchungen führen konnten, ist G. DICKIE gerathen (Contributions to the Physiology of Fecundation in Plants. Ann. and. Mag. of Nat. Hist. Ser. I. Vol. XVII. Lond. 1846, p. 5 ff. und: On the Ovule of *Euphrasia officinalis*. Ann. & Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. I. London 1848. p. 260 ff.). Er hält, gleich wie früher BRONGNIART, den aus der Mikropyle hervorragenden Pollenschlauch für eine dem Nucleus (*Narthecium*) oder dem Embryosacke (*Euphrasia*) angehörige Verlängerung, welche sich nach aussen blind endige („Ovulum-Schlauch") den Embryoträger für deren Fortsetzung, die Spitze des Embryosackes für durchbrochen, und ist auch über den Zusammenhang des Embryokügelchens mit dem Ende des Embryoträgers im Unklaren geblieben. Den Pollenschlauch selbst konnte er seiner Meinung nach nicht finden. Abgesehen von diesen Beobachtungen neigte er sich in seinen Raisonnements der Theorie SCHLEIDEN's zu.

GASPARRINI (Nouvelles recherches sur l'anatomie et la physiologie du Figuier. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XI. 1849. p. 365 ff.) gibt als weitere Ausführung seiner früheren Mittheilungen jedenfalls sehr unvollkommene und weit von der Wirklichkeit abweichende Untersuchungen über eine vermeintliche Embryobildung ohne Einfluss des Pollens bei den Feigen.

COBBOLD (Embryogeny of *Orchis*, *Gesneria* and other Phanerogamia. Ann. & Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. X. p. 238. London 1852. Geschrieben im Sommer 1849) fand in dem Embryosacke vor der Befruchtung „einen od. mehrere Cytoblasten, od. Embryobläschen", und glaubt, dass der Embryo entweder durch die Metamorphose eines dieser präexistirenden „Keim- od. Embryobläschen" unter dem dynamischen Einflusse der Fovilla gebildet werde, oder, was ihm wahrscheinlicher dünkt, durch die Vereinigung des Pollenschlauchinhaltes mit dem eines Keimbläschens, welchen Vorgang er mit der Conjugation der Algen vergleicht.

ches, welcher in der Regel der Aussenseite des Embryosackes sich anlegt, seltener denselben durchbricht, und einen Theil seines Inhaltes exsudiren lässt, befähigt, durch Verlängerung und ein- oder mehrmalige Quertheilung in einen zwei- oder mehrzelligen Vorkeim sich umzuwandeln, aus dessen Endzelle durch mehrfache Theilung in verschiedenen Richtungen die Embryomasse selbst — das Embryokügelchen hervorgeht. Dieses stellt die Anlage der ersten, entwicklungsfähigen Achse der neuen Pflanze dar, deren der Mikropyle zugewendetes, unteres Ende zur Wurzel, deren oberes durch Hervorsprossen der ersten Blätter unter seiner Spitze zur Terminalknospe wird.

A. HENFREY (On the Development of the Ovule in *Orchis Morio* L. Transact. of the Linn. Soc. Vol. XXI. 1855. p. 7. Gelesen d. 3. April 1849) fand bei *Orchis Morio* die Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke in der Regel in der Dreizahl; gewöhnlich nur eines, seltener zwei derselben bildeten sich nach der Befruchtung durch den meist seitlich an dem Embryosacke eine kurze Strecke hinablaufenden Pollenschlauch zu Embryonen aus. — Seine Mittheilungen sind von detaillirteren Zeichnungen begleitet als die seiner Vorgänger in der Untersuchung derselben Pflanze.

SANDERSON (On the Embryogeny of *Hippuris vulgaris*. Ann. & Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. V. Lond. 1850. p. 259) hat das Keimbläschen schon lange Zeit vor dem Bersten der Anthere wahrgenommen, aber nur in der Einzahl. Aus ihm sah er nach der Befruchtung den Embryoträger und Embryo hervorgehen.

H. CRÜGER (Ueber Befruchtung bei den Orangen. Bot. Zeit. 1851. Sp. 57 ff.) stellte sich ganz auf die Seite der Gegner SCHLEIDEN'S. Seine Beobachtungen sind jedoch keineswegs vollkommen, auch hatte derselbe namentlich die Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke, über deren Anwesenheit mir unlängst vorgenommene Untersuchungen keinen Zweifel liessen, nicht wahrgenommen.

W. HOFMEISTER fügte in seinem Aufsatze: Zur Entwicklungsgeschichte der *Zostera* (Bot. Zeit. 1852. Sp. 121 ff.) seinen früheren zahlreichen Untersuchungen eine neue, mit jenen in vollem Einklange stehende Bildungsgeschichte des Embryo hinzu.

Zusatz. Ich mache von der hier gegebenen Gelegenheit Gebrauch, um über einige Arbeiten zu berichten, welche, jüngeren oder des gleichen Datums, wie die meinige, mir seit dem Drucke dieser zu Gesichte gekommen.

SCHACHT hat neue Untersuchungen „über die Entstehung des Keimes von *Tropaeolum majus* (Bot. Zeit. 1855. Sp. 641 ff. Tab. IX.; übers. in Ann. des sc. nat. 4me sér. t. IV. 1855) veröffentlicht. Er hat hier die Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke wahrgenommen, ist aber der Meinung, dass sie zu der Zeit, um welche die Pollenschläuche in die Mikropyle eintreten, wieder vergehen. Das später wieder von ihm wahrgenommene befruchtete Keimbläschen hält er für ein von den vorigen durchaus verschiedenes Gebilde, — für die unmittelbare Fortsetzung eines Pollenschlauches.

TH. DEECKE (Zur Entwicklungsgeschichte des Embryo der *Pedicularis sylvatica*. Bot. Zeit. 1855. Sp. 657 ff. Tab. X.; übers. in Ann. des sc. nat. 4me sér. t. IV. 1855) suchte die Einwürfe HOFMEISTER's gegen die von ihm und SCHACHT gegebene Deutung seines oft besprochenen Präparates zu entkräften und seine Raisonnements mit den Resultaten neuer Untersuchungen zu stützen. — Ich verdanke der Freundlichkeit des H. DEECKE, das besagte Präparat nochmals haben untersuchen und namentlich über den Zustand des vorderen Endes des Embryosackes mich vollkommen in's Klare haben bringen zu können. Ich nahm an demselben nicht bloss die beiden Linien wahr, welche SCHACHT als von den Berührungspunkten der seitlichen Begrenzungslinien des Embryosackes und Embryoträgers abgehend und unter einem nach unten einspringenden Winkel sich vereinigend gezeichnet hat, sondern auch zwei weitere, welche (um eine ungefähre Lageangabe derselben zu versuchen) von denselben Punkten abgehen, je mit der gezeichneten der gegenüberliegenden Seite ungefähr parallel laufen und sich zu einem nach oben vorspringenden Winkel vereinigen. Sie umgrenzen so mit den gezeichneten ein nahezu rhomboidales, dem Zustande seiner Ränder nach unzweifelhaft artificielles Loch. Der eine Abschnitt dieses (ich weiss nicht mehr genau, ob der untere, gezeichnete oder der obere) liegt über, der andere unter dem durch dasselbe hervorgezogenen Embryoträger.

Was die neueren, der Taf. X. zu Grunde liegenden Präparate des H. DEECKE betrifft, von welchen derselbe mir gleichfalls mehrere vorzulegen die Güte hatte, so will das, was ich an denselben wahrgenommen, gleichfalls nicht mit dessen Zeichnungen stimmen, und sah ich z. B. an dem der Fig. 6 zu Grunde liegenden Präparate in der Lücke, welche sich zwischen dem Ende des Embryoträgers (tp) und der als eingestülpt dargestellten Membran des Embryosackes in der Zeichnung findet, ein unbefruchtet gebliebenes Keimbläschen liegen; an ihm sowohl, als an dem Embryoträger die charakteristischen Ansatzstellen an der Innenwand des Embryosackes.

In der Bot. Zeit. 1856 p. 121 ff., Taf. IV. (Embryoentwicklung der *Stachys sylvatica*) theilt derselbe seine jüngsten Untersuchungen mit. — Er übersah auch hier die Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke. Im befruchteten hat derselbe überall nur eines wahrgenommen, welches er für das Ende des vermeintlich in den Embryosack eingedrungenen Pollenschlauches hielt. Die Ansatzstelle des Keimbläschens am Embryosacke galt ihm als ein durch den Pollenschlauch verursachtes Loch.

Tulasne gab zuerst in den Comptes rendus, 1855. Nr. 12 p. 790, eine kurze Nachricht über die Resultate seiner neuen embryologischen Studien, welche gegenwärtig vollständig veröffentlicht (Ann. des sc. nat. 4me sér. t. IV. 1855. p. 65—122, Pl. VII—XVIII) vor uns liegen. So weit sie den befruchteten Embryosack betreffen, stehen dieselben im vollkommensten Einklange mit unseren Beobachtungen, und enthalten namentlich vielfache Belege für den eigenthümlichen Umstand, dass das Ende des Pollenschlauches häufig in beträchtlicher Entfernung von der Ansatzstelle des befruchteten Keimbläschens der Aussenseite des Embryosackes anliegt. Dagegen hat Tulasne auch diessmal nicht die Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke wahrgenommen. Ferner vermissen wir häufig in dessen Abbildungen, und zwar auch jedenfalls seit sehr Kurzem erst befruchteter Embryosäcke, die Darstellung des unbefruchtet gebliebenen Keimbläschens oder seiner Reste.

Tulasne's (irrige) Ansicht über den Befruchtungsakt hat demgemäss auch noch durchaus keine Veränderung erfahren. Dass es derselbe (am Schlusse seiner Abhandlung) für unlogisch hält, das Keimbläschen im unbefruchteten Embryosacke wahrzunehmen, kann uns nicht hindern, dasselbe wahrgenommen zu haben.

A. Henfrey hat am 4. März 1856 der Linnean Society zu London eine Abhandlung unter dem Titel: „On the Development of the Ovule of *Santalum album*, with some Remarks on the Phaenomena of Impregnation in Plants generally“ vorgelegt, deren wesentlichster Inhalt in Ann. & Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. XVII. Lond. 1856. p. 438 berichtweise mitgetheilt ist. Er glaubt, dass Griffith entschieden im Irrthume gewesen sei in dem Punkte, dass der Pollenschlauch in den Embryosack eindringe. Den auch im unbefruchteten Embryosacke wahrgenommenen Keimbläschen schreibt derselbe keine umgrenzende Zellmembran zu, sondern hält sie für blose Protoplasmamassen (preexisting protoplasmic globules). Zwischen Embryosack und Pollenschlauchende, glaubt er, greife ein Verhältniss Platz wie bei der Conjugation der Algen. Bald nachdem der Pollenschlauch an der Spitze des Embryosackes adhärent geworden, erhalte das präexistirende Protoplasmakügelchen — „Keimkügelchen (germ-globule)“ — eine besondere Zellmembran, und werde nun zu einer wirklichen Zelle, dem „Keimbläschen (germ-vesicule)“, aus welchem der Embryoträger hervorgeht.

Ich muss mir füglich eine eingehendere Besprechung der Beobachtungen HENFREY's versparen, bis das in Referat genommene Memoire seinem ganzen Umfange nach und mit den begleitenden Zeichnungen veröffentlicht ist, da nur dann eine Gegenüberstellung und Vergleichung dessen, was ich an den von H. Prof. HENFREY mir gütigst vorgelegten Präparaten gesehen, mit dessen eigenen Wahrnehmungen Statt haben kann. Doch kann ich nicht umhin, an dessen Folgerungen einige Bemerkungen zu knüpfen.

Meine vorjährigen Untersuchungen an verschiedenen Pflanzen, und eben vollendete über den unbefruchteten Embryosack von *Viscum* haben mich gelehrt, dass die Keimbläschen keineswegs eine so starre Zellmembran, wie man sie gewohnt ist in fertigen vegetabilischen Geweben zu sehen, besitzen; dass sie zwar hinlängliche Festigkeit hat, um, wenn der Schnitt Embryosack und Keimbläschen zugleich halbirt, für wenige Augenblicke die ursprüngliche ovale Form zu behalten, nach kurzer Zeit aber, sobald der Inhalt des Keimbläschens unter dem Einflusse des Wassers zu coaguliren beginnt, gleichfalls zusammenschrumpft, den sich zusammenziehenden Inhaltstheilen folgt und nicht mehr getrennt von diesen wahrgenommen werden kann. Mit anderen Worten: der coagulirende Zellinhalt hebt sich nicht von der Zellwand ab, sondern bleibt stets in inniger Berührung mit dieser; die Zellwand coagulirt gleichsam selbst mit. Dass wir es dennoch hier nicht mit einem blossen Primordialschlauche, mit einer sogenannten nackten Zelle zu thun haben, zeigen uns folgende Verhältnisse: Stülpt man einen etwa nur $1/8$ des ganzen Längsdurchmessers betragenden Abschnitt eines Embryosackes von *Viscum album* um, so, dass die Keimbläschen nach aussen zu liegen und frei zu Gesichte kommen, ohne dass ihr Anblick mehr von darüber oder darunter liegenden Membrantheilen des Embryosackes getrübt werden kann, und zerstört dieselben nun absichtlich mit der Nadel, wenn das nicht schon durch die vorausgehenden Manipulationen geschehen sein sollte, so bleibt ihre Membran als ein äusserst zartes, zerfetztes und in Falten gelegtes Häutchen an der nach aussen gekehrten Innenseite des Embryosackes zurück. Sie ist von ungleicher Dicke, stärker an der Basis des Keimbläschens, dünner an dessen Spitze. Unmittelbar da, wo sie von der Basalfläche des Keimbläschens, seiner Ansatzstelle am Embryosacke, frei hervortritt (als Seitenwandung), erscheint ihr optischer Querschnitt bei 160 maliger Vergrösserung als eine breite Linie mit doppelten Contouren. Gegen die (von der Spitze des Embryosackes abgewendete) Spitze des Keimbläschens zu nimmt diese Membran an Zartheit fortwährend zu und erscheint endlich an der Spitze selbst, in frühen Zuständen, allerdings als kaum consolidirte Hautschichte. Hätte das Keimbläschen nicht eine besondere Membran von wenigstens an seiner Basis deutlich unterscheidbarer Dicke, so könnte die Umgrenzungslinie seiner Ansatzstelle am Embryosacke nicht als doppelt contourirte Linie wahrgenommen werden, wie das hier bei

Viscum auch bei einer verhältnissmässig schwachen Vergrösserung schon der Fall ist. HENFREY's Beobachtungen wurden an schon lange in Weingeist aufbewahrten Blüthen gemacht; die Keimbläschen mussten natürlich hier zusammengeschrumpft sein und konnten nimmermehr eine gesonderte Zellmembran deutlich werden lassen.

Was die Meinung HENFREY's über das Stattfinden einer Conjugation zwischen Embryosack und Pollenschlauchende anbelangt, so werde ich darauf weiter unten zu sprechen kommen.

(London, den 8. Juni 1856.)

II.

Unsere Einsicht in die Vorgänge bei der Befruchtung, in das Wesen des Befruchtungsprozesses, ist in der neueren Zeit, zunächst auf dem zoologischen Gebiete, um einen wesentlichen Schritt gefördert worden durch die directen Beobachtungen über das Verhalten der Spermatozoiden zum Ei. Haben sich auch die KEBER'schen[1] Angaben über das Eindringen der Spermatozoiden in die Mikropyle des Najaden-Eies durch v. HESSLING's[2] Untersuchungen als Täuschungen erfunden, so ist doch die Thatsache, dass die Spermatozoiden nicht bloss mit der äusseren Fläche der Eihaut, sondern, letztere durchdringend, unmittelbar mit dem Dotter selbst in Berührung kommen, durch die Beobachtungen anderer Forscher vollkommen

1) F. KEBER, über den Eintritt der Samenzellen in das Ei. Insterburg 1853;

— —, mikroscopische Untersuchungen über Porosität der Körper, nebst einer Abhandlung über den Eintritt der Samenzellen in das Ei. Königsberg 1854.

2) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie von Th. v. Siebold u. Al. Kölliker. Bd. V. Heft 4. p. 392 ff.

sicher nachgewiesen. So zuerst durch BARRY[1] beim Kaninchenei. Seine Beobachtungen bestätigte MEISSNER[2], alsdann BISCHOFF[3], Barry's früherer Gegner. Ferner durch NELSON[4] (und MEISSNER a. a. O.) bei *Ascaris mystax*, durch NEWPORT[5] beim Froschei, durch LEUCKART[6] und MEISSNER (a. a. O.) bei den Insekten, von letzterem auch bei *Lumbricus* (a. a. O.), von LACAZE-DUTHIERS bei *Dentalium*[7].

Die Art und Weise, wie das Eindringen der Spermatozoiden ermöglicht wird, ist eine verschiedene. Es bestehen entweder in der Eihaut (Chorion oder Dotterhaut, oder in beiden) an bestimmten Stellen vorgebildete Löcher — Micropylen — namentlich da, wo die ganze Eihaut eine derbere Textur besitzt (so bei den Insekten, bei Gammarus, bei den Holothurien, einzelnen Seesternen, Würmern, Bivalven; wahrscheinlich auch bei den Fröschen, Knochenfischen etc.); oder diese ist von derartiger Beschaffenheit, dass die Spermatozoiden an jedem beliebigen Punkte, ohne dass vorgebildete Oeffnungen vorhanden wären, durchzudringen vermögen (so bei den Säuge-

1) M. BARRY, Spermatozoa observed within the Mammiferons Ovum. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol. 133. P. I. Lond. 1843. p. 33.

2) G. MEISSNER, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie von TH. v. SIEBOLD u. AL. KÖLLIKER. Bd. VI. Heft 2. (1854).

3) Bestätigung des von Dr. NEWPORT bei den Batrachiern und Dr. BARRY bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei, 1854.

4) H. NELSON, the reproduction of the Ascaris mystax. Philosoph. Transact. of the R. S. Vol. 142. P. II. 1852. p. 563.

5) G. NEWPORT, on the Impregnation of the Ovum in the Amphibia etc. Philosoph. Trans. Vol. 143. P. II. 1853. p. 233.

6) MÜLLER's Archiv 1855. p. 90 ff.

7) Vergleiche LEUCKART a. a. O. p. 249.

thieren[1]); in einem dritten Falle endlich fehlt dieselbe zur Zeit der Befruchtung ganz, das Ei besteht allein aus einer compacteren Dottermasse, in welche die Spermatozoiden unmittelbar, ganz oder zum Theile sich einbohren (so bei den Regenwürmern[2]). Wir ersehen aus dem letzteren Vorkommnisse zugleich, dass die Eihaut überhaupt nur einen unwesentlichen Theil des Eies darstelle.

Ueber das weitere Schicksal der in's Ei eingedrungenen Spermatozoiden, über den Antheil, welchen sie an den nunmehr folgenden Veränderungen im Eie haben, wissen wir freilich noch so gut wie Nichts. Vernehmen wir darüber LEUCKART[3]: „Das Einzige, was wir mit Bestimmtheit wissen, ist das, dass die Samenfäden, die theilweise in den Dotter eindringen, theilweise aber auch in der nächsten Umgebung des Dotters, zwischen Dotter und Dotterhaut, verweilen, sich allmälig auflösen (nach meinen Erfahrungen an Melophagus und Ephemera weit schneller als die aussen bleibenden Fäden). — — — Was aber weiter aus den Resten dieser befruchtenden Elemente wird, ist uns noch fortwährend unbekannt. — — — Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Masse der Körperchen nach ihrer Auflösung dem Dotter sich beimischt, ob aber als Flüssigkeit, ob in der Form von Molekülen, wissen wir nicht — wir wissen nicht einmal, ob diese Beimischung erst nach vollendeter Befruchtung geschieht, gewissermaassen also nur beiläufig und zufällig ist, oder ob sie für den Process der Befruchtung und Entwicklung irgend ein wesentliches Moment abgibt. Noch viel weniger können wir natürlicher Weise darüber urtheilen, ob im letzteren Falle die etwaigen Ueberreste der

1) Sieh LEUCKART a. a. O.
2) MEISSNER a. a. O.
3) a. a. O. p. 252.

Samenfäden sich in irgend einer Art direkt bei der Bildung der Embryonalzellen oder gar bei dem Aufbau des Embryo betheiligen."

Der erstere der beiden hier berührten Fälle ist zu Gunsten der bisher gangbaren Theorie über das Wesen des Befruchtungsprocesses gedacht, nach welcher den Samenfäden die Rolle eines blossen Fermentes zukäme. MEISSNER[1] spricht sich entschieden für den letzteren aus. Er meint, wir können uns denken, dass die in Umbildung begriffenen Samenelemente nach Art der Fermentkörper im Dotter, mit welchem sie, wie wir nun wissen, in unmittelbaren Contact kommen, Bewegungen — die nunmehr beginnenden Entwicklungsphänomene — anregen, und dass zugleich ihre Bestandtheile, welche ja nunmehr im Ei verbleiben, nicht unabhängig vom Dotter für sich in ihrer Umbildung fortgehen, sondern mit dessen Theilen zuletzt (zu einem embryonalen Dotter, wie NELSON es genannt hat) verschmelzen und sich materiell betheiligen an dem, was sich zum Embryo entwickelt; er sieht den Befruchtungsprocess weder als einen einfachen chemischen Process, noch als eine einfache Contaktwirkung an, sondern als einen Vorgang sui generis, welcher Spuren von der Gegenwart beider zeigt, aber doch selbst keines von beiden ist.

So unklar also unsere Vorstellungen über das Wesen des Befruchtungsprocesses zur Zeit noch sind, so scheint mir aus den bisherigen Beobachtungen doch zweierlei mit Evidenz hervorzugehen. Erstens der Irrthum, in welchem BURMEISTER[2] sich befindet, wenn er „das männliche Molekularele-

---

1) Zeitschrift für wissensch. Zoolog. von v. Siebold u. Kölliker. Bd. VI. Heft 2. (1854) p. 259 ff.

2) Abhandlungen der Nat. Ges. zu Halle. 2ter Bd. 3tes Quartal. p. 189, 190.



ment (Spermatozoid) nicht mehr bloss als das belebende bei der Befruchtung, sondern auch als das den wirklichen ersten Keim, die primitive Anlage des neuen Organismus abgebende" betrachtet und „in dem weiblichen Individuum wirklich nur die Alma mater, welche den ihr in formeller und materieller Grundlage übergebenen Keim gross zieht, ernährt und entwickelt", sieht — ein Irrthum, welchen sich auch SCHACHT[1] angeeignet hat, wesshalb allein natürlich ich hier darauf zu sprechen komme. Auch von anderer Seite, als der im Vorausgehenden berührten, treten demselben Thatsachen entgegen: die selbständigen, wenn auch in der Regel nicht weit reichenden Aeusserungen des Bildungstriebes, welcher in das Ei gelegt ist, Dotterfurchung und förmliche Embryobildung in unbefruchteten Eiern[2]. — Zweitens erscheint mir als ausgemachte Sache, dass die Rolle, welche das Spermatozoid nach dem Eindringen in das Ei bei der Befruchtung spielt, sie mag nun die eines Fermentes sein oder welche sie wolle, nicht an seine Gestalt geknüpft ist, sondern lediglich an den Stoff, aus welchem es besteht, und dass wir uns sonach nicht besonders werden zu verwundern haben, wenn uns einmal irgendwo in der Natur ein Befruchtungsstoff — ich möchte sagen Spermatozoiden — ohne bestimmte, selbständige Form begegnet.

---

1) SCHACHT, *über die Befruchtung der Pedicul. silv.* Flora. 1855. p. 471 ff.

2) LEUCKART, Artikel Zeugung in RUD. WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. (1853) p. 958. — Ich will mich hier nicht auf die Beobachtungen von Entwicklung vollkommener Individuen aus unbefruchteten Eiern von *Daphnia, Talaeporia, Psyche* beziehen, deren Aufklärung vielleicht erst zu erwarten. Wohl aber gehört hieher, wie aus dem Späteren noch erhellen wird, die Umkleidung der unbefruchteten Spore von *Fucus* mit einer Zellstoffmembran und Bildung von Schläuchen an derselben. (Thuret in Ann. des sc. nat. 4[me] sér. t. II. 1854. p. 204.).

Aus jedem Dotter geht zunächst ein Einzelwesen hervor (der embryonale Dotter selbst erscheint gewissermassen schon als solches)[1]. Dasselbe verbleibt entweder als solches bis es auf der höchsten Stufe seiner Entwicklung die Befähigung zur geschlechtlichen Reproduction erlangt hat, oder vervielfältiget sich schon vorher durch ungeschlechtliche Vermehrungsweisen (Bildung von Keimkörnern und Knospen, Theilung). Eine besondere Form dieser ungeschlechtlichen Vermehrung, bei welcher die Abkömmlinge, entweder schon der ersten oder einer höheren Ordnung, dem ungeschlechtlichen Mutterthiere — Amme — von Anfang an[2] unähnlich erscheinen, bezeichnen wir als

---

1) Ich befinde mich hier wohl im vollen Rechte, wenn ich den einzigen, dem obigen jetzt noch widersprechenden Fall eines Vorkommens mehrerer Embryonen in einem Ei bei *Planaria* als einen nicht hinlänglich sicher gestellten unberücksichtiget lasse. Die von VAN BENEDEN gemachten Angaben über ein Zerfallen der früher einfachen Eier von *Tubularia* u. *Hydractinia* in mehrere kleinere Eier, die je einen Embryo hervorbrächten, sind, wie Professor GEGENBAUR in Jena mir mittheilt, bereits widerlegt; ebenso die das Gegenstück zu den vorigen bildenden von Korén u. Danielsen über ein vermeintliches Verschmelzen je 20—40 befruchteter Eier der Gasteropodengenera *Buccinum* u. *Purpura* in einen gemeinsamen Haufen, welcher zu einem einzigen Embryo werden sollte.

2) Wir subsumiren nach dem Vorgange LEUCKART's den allerdings im Thierreiche noch nicht aufgefundenen, aber denkbaren und im Pflanzenreiche — bei der Fortpflanzung der Algen durch Zoosporen, welche sich selbst wieder vor ihrer Umbildung in die Pflanze vermehren, wenn wir diese nicht vielmehr als Keimkörner, denn als Larven betrachten wollen — wirklich vorkommenden Fall, dass ein unentwickeltes Thier (Larve) durch ungeschlechtliche Zeugung eine Mehrzahl ihm gleicher Individuen hervorbrächte, welche, gleichviel ob schon in der ersten oder einer späteren Generation fähig wären, die von jenem nicht vollendete Metamorphose zu durchlaufen, in welchem Falle also die Metamorphose nicht als vergesellschaftet mit der Neubildung, sondern als blosse Umbildung eines Geschöpfes erschiene, nicht unter den Begriff des Generationswechsels, sondern betrachten ihn als gewöhnliche Metamorphose mit mehrfachen Larvengenerationen.

Generationswechsel[1]. Es resultirt derselbe aus dem Zurückgreifen der ungeschlechtlichen Vermehrung, welche sonst meist erst unmittelbar vor der Pubertät, gleichviel ob dann die Geschlechtsreife noch erlangt werde oder nicht, oder nach derselben Statt hat, in sehr frühe Entwicklungszustände[2]. Nicht diese selbst werden wiederholt (wenigstens nicht in der letzten Generation), sondern unmittelbar andere hervorgebracht — die ungeschlechtliche Vermehrung erscheint unmittelbar combinirt mit der Metamorphose. So bei den Thieren. —

Auf dem pflanzlichen Gebiete ist zunächst für gewisse Algen durch die Beobachtungen von PRINGSHEIM, COHN u. THURET, wie wir im Vorausgehenden, zum Theile bestätigend, berichtet haben, ein dem thierischen vollkommen gleicher, durch unmittelbare Berührung von selbstbeweglichen Samen-(Befruchtungs-)Körperchen mit einer dem nackten Dotter der Regenwürmer entsprechenden Keimstoffmasse[3] vollzogener Befruchtungsprocess nachgewiesen. Ohne die Berührung mit jener bleibt diese unentwickelt oder ihre Entwicklung geht doch nicht über die ersten Anfänge hinaus (— beginnende Keimung der Fucusspore[4]); nach derselben

1) Vergleiche LEUCKART in Zeitschrift für wiss. Zoolog. von Siebold u. Kölliker. Bd. III. Heft 2. (1851) p. 170 ff. u. Artikel Zeugung a. o. a. O.

2) Bei dem weiter unten noch zu erwähnenden Falle von *Alcyonella* sehen wir sie bis auf den rudimentären Embryo zurückgehen.

3) Zelleninhalt ohne umkleidende Membran; „der von dieser Hülle (Zellstoffmembran) umschlossene Inhalt ist der wesentliche und ursprüngliche Theil der Zelle, ja er muss als Zelle betrachtet werden, schon ehe er seine Umkleidung erhalten hat" sagt AL. BRAUN (Verjüngung in der Natur p. 166) in treffender Weise, und in diesem Sinne gebrauche ich in dem folgenden den Ausdruck: primordiale Zelle, ohne desshalb die Existenz eines Primordialschlauches vorauszusetzen.

4) s. Ann. des sc. nat. 4me sér. t. II. (1854). p. 204, 205.

dagegen erfolgt die Entwicklung und schreitet entweder ohne Unterbrechung oder nach bestimmten Ruhemomenten, mit oder ohne Zwischenbildungen (Zwischengenerationen) bis zur Wiederholung der geschlechtlichen Mutterpflanze vor.

Für die Moose und Farren (im weiteren Sinne) kennen wir in den Schwärmfäden den Befruchtungskörperchen der Algen vollkommen entsprechende Bildungen; ebenso ist hier das Keimbläschen (die Tochterzelle der Centralzelle des Archegoniums) der Keimstoffmasse jener durchaus analog: es bedarf zu seiner weiteren Entwicklung des Einflusses der Schwärmfäden, deren Annäherung an dasselbe ja auch von SUMIŃSKI, MERKLIN, HOFMEISTER (sieh oben) beobachtet worden. Es mag hiebei einstweilen als gleichgiltig erscheinen, ob das zu befruchtende Keimbläschen, wie PRINGSHEIM vermuthet, eine nackte, primordiale Zelle sei, oder bereits eine Zellstoffmembran besitze (wie HOFMEISTER angibt). Es würde aus dem letzteren Falle, in welchem es den mit einer Dotterhaut zur Zeit der Befruchtung versehenen Eiern entspräche, für die Schwärmfäden, um in unmittelbaren Contact mit der eigentlichen Dotter-(Keimstoff-)Masse zu gelangen, nur die Nothwendigkeit resultiren, die umkleidende Membran zu durchdringen. Dass wir hierüber noch nicht vollkommen im Klaren sind, erscheint kaum mehr als eine Lücke in unseren Kenntnissen, — die Auffassung der uns bekannten Vorgänge als Befruchtungsprocess, vollkommen entsprechend dem der Thiere, kann dadurch nicht länger verzögert werden. —

Die Befruchtungskörperchen der bisher betrachteten Pflanzen besitzen eine eigenthümliche, wie man zu sagen pflegt, selbständige Bewegung, ebenso wie die Spermatozoiden der meisten Thiere. Der meisten! Auch bei den Thieren ist dieselbe nicht eine allgemeine Eigenschaft der Befruchtungskörperchen. Sie fehlt bei den Isopoden und Amphi-

poden. Ihr Fehlen wird uns deshalb auch bei den Pflanzen nicht abhalten können, als Befruchtungskörperchen anzusprechen, was wir nach anderen gewichtigen Gründen als solche ansprechen zu müssen glauben. In diesem Falle befinden wir uns bei den Florideen bezüglich der in ihren Antheridienzellchen enthaltenen Körperchen. Doch können wir über den Befruchtungsprocess dieser Pflanzen zur Zeit kaum mehr als Vermuthungen wagen; wir sind noch in Ungewissheit darüber, welcher von den als Ei deutbaren Theilen wirklich diese Bedeutung habe.

Auch bei den Charen, bei welchen wir übrigens selbstbewegliche Spermatozoiden kennen, haben erst künftige Untersuchungen die schon oben von uns gewagte Vermuthung über die Bedeutung der jugendlichen (primordialen?) Sporenzelle als eines Eies evident zu machen.

Weder die selbständige Bewegung also der Spermatozoiden, noch, wie wir schon weiter oben berührt haben, ihre selbständige Form erscheinen als wesentliche Eigenschaften für ihre letzte Bestimmung — die Befruchtung des Eies. Sie erscheinen nur als wesentlich dafür, dass der Befruchtungsstoff, der Stoff, aus welchem die Spermatozoiden bestehen, an den Ort seiner Bestimmung gelange[1]. Wir werden uns also nicht darüber zu wundern haben, wenn die Natur da, wo sie diese Absicht (um anthropopatisch zu sprechen) auf andere Weise zu erreichen im Stande ist, den Befruchtungsstoff nicht erst zu Spermatozoiden geformt hat. Diesen Fall finden wir bei den Phanerogamen.

Ich habe durch meine Untersuchungen der Wissenschaft die Gewissheit gebracht, dass der Embryo der Phanero-

1) Durch welche andere Veranstaltungen diess bei den Thieren mit bewegungslosen Spermatozoiden bewirkt wird, wissen wir noch nicht.

gamen nicht aus dem Ende des Pollenschlauches, sondern aus einer vor dem Anlangen dieses am Embryosacke in letzterem vorhandenen Zelle — dem Keimbläschen hervorgehe. Es ist ferner die allgemeine Regel, dass ohne den Einfluss des Pollenschlauches dieses unentwickelt bleibt[1]. Dass es noch Nie-

1) Früher häufiger behaupteten Ausnahmsfällen bei *Cannabis sativa, Spinacia, Mercurialis* (s. hierüber: BERNHARDI, sur la formation de graines sans l'aide de fécondation. Ann. des sc. nat. 2[de] sér. t. XII. (1839) p. 362 ff., übersetzt aus: Allgemeine Gartenzeitung, 1839, Nr. 41 u. 42; ferner: MEYEN's Bericht über eine Beobachtung v. RAMISCH in WIEGMANN's Archiv f. Naturg. 5. Jahrg. Bd. II. Berlin 1839. p. 42) wurde in neuerer Zeit wenig Glauben mehr geschenkt (s. v. MOHL, veget. Zelle. 1851. p. 134). Als unbestrittene Thatsache war dagegen um so räthselhafter geblieben die Samen- und Embryobildung der in Europa eingeführten, weiblichen Exemplare von *Coelebogyne ilicifolia (Euphorbiacee)* ohne Anwesenheit von Antheren (s. J. SMITH, Notice of a plant, which produces perfect Seeds without any apparent action of Pollen. Trans. of the Linn. Soc. Vol. XVIII. Lond. 1841. p. 509 ff.)

Ich verdanke der Güte Sir *William* und *Jos. Dalton Hooker's* das Material zur Untersuchung dieses Vorkommnisses. *Coelebogyne*, deren Kätzchen bildende männliche Blüthen in Europa, nur in dem Herbarium *Hooker's* existiren, wird in KEW in Gesellschaft einer grossen Anzahl anderer Euphorbiaceen cultivirt. Man hätte deshalb an die Möglichkeit einer Bastardirung denken können. Diese Vermuthung musste aber sicherlich sehr entkräftet werden durch die Wahrnehmung, dass die Pflanzen der dritten u. vierten Generation noch durchaus der ursprünglichen Mutterpflanze gleichen. Der Umstand, dass ich auf der Narbe eines der von mir untersuchten, fertilen Fruchtknoten ein vertrocknetes Pollenkorn wahrgenommen, kann, eben der Vereinzeltheit des Falles halber, jener Entkräftung nicht als Gegengewicht dienen. Einen Pollenschlauch konnte ich in keinem Theile des Fruchtknotens oder der Samenknospe bei *Coelebogyne* auffinden; bei anderen zur vergleichenden Untersuchung gewählten Euphorbiaceen dagegen hatte der Nachweis eines aus der Mamilla nuclei hervorragenden Stückes eines solchen keine Schwierigkeit. Der junge Embryosack von *Coelebogyne* zeigte mir drei der Innenwand seiner Spitze angefügte Keimbläschen, von denen in älteren Fruchtknoten bald 1, bald 2, zuweilen selbst alle 3 zu Embryonen umgebildet waren. Die verschiedenen Zustände der Entwicklung des Keimbläschens zum Embryo glichen vollkommen denen bei anderen Euphorbiaceen.

Dem eben besprochenen sich anschliessende Fälle bei *Mercurialis*

manden eingefallen ist, diesen Einfluss des Pollenschlauches an dessen Membran geknüpft zu glauben, ist zwar noch kein Beweis dafür, dass es nicht so sei; doch aber Grund genug um uns die Führung eines solchen hier zu ersparen. Den Uebertritt seines Inhaltes in das Keimbläschen anzunehmen sind wir da, wo eine Berührung des Pollenschlauches mit letzterem direct Statt hat, oder nur die Membran des Embryosackes dazwischen tritt, nicht blos berechtiget, sondern geradezu genöthiget für den Fall, dass, was meist schon das optische Verhalten allein beweist, der beiderseitige Inhalt ein verschiedener ist.

Ob da, wo die Ansatzstelle des Pollenschlauchendes an der Aussenwand des Embryosackes der Ansätzstelle eines zum Embryoträger entwickelten Keimbläschens an der Innenwand desselben nicht entspricht, wohl aber der Ansatzstelle eines zu Grunde gegangenen Keimbläschens, der Uebertritt des Pollen-

---

annua, *Bryonia dioica*, *Cannabis sativa* u. a. theilt nach wiederholten, sicheren Beobachtungen NAUDIN mit (Bulletin de la société botanique de France, tom. XII. No. 11. Paris 1855. p. 754, u. ausführlicher in den Comptes rendus des heurigen Jahrg.). Ueber eine Embryobildung ohne Polleneinfluss bei einer Cycadee berichtet ferner LIEBMANN in Ann. & Mag. of Nat. Hist. Vol. VI. 1850. p. 395. Wir führen hier endlich auch noch die von GASPARRINI (Note sur l'origine de l'embryon. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. V. 1846. p. 306) angegebene Embryobildung der im Sommer sich entwickelnden Feigen, welche niemals männliche Blüthen enthalten sollen, an, obwohl aus den eigenen Worten dieses Gelehrten in späteren Mittheilungen (Nouvelles recherches sur l'anatomie et la physiologie du Figuier. Ann. des sc. nat. 3me sér. t. XI. 1849. p. 369, 371.) hervorzugehen scheint, dass derselbe in dem Mikropylekanale der Feigen-Ovula einen Pollenschlauch wahrgenommen, denselben aber verkannt habe.

Die mit diesen Fällen vergleichbaren Vorkommnisse im Thierreiche (Daphnia etc.) haben wir schon früher erwähnt und verweisen wir bezüglich derselben auf v. SIEBOLD's jüngst erschienene Schrift: Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen. Leipzig. 1856.

München, Octob. 1856.

schlauchinhaltes in jenes durch dieses vermittelt wird, oder durch eine Exsudation des Pollenschlauchinhaltes über dem Embryosacke, welche erwiesener Massen stattfindet, ist kaum zu entscheiden. Wenn man sieht, wie das dem Pollenschlauchende unmittelbar gegenüber liegende Keimbläschen, dessen Inhalt ganz die optische Beschaffenheit des Pollenschlauchinhaltes annimmt, bei gewissen Pflanzen mit, wie es scheint, ausnahmsloser Regelmässigkeit abortirt, das scheinbar ungünstiger gelagerte dagegen sich entwickelt, so möchte man auf den Gedanken gebracht werden, dass gerade an dem Uebertritte einer zu grossen Quantität des dickflüssigen Pollenschlauchinhaltes die weitere Entwicklung des ersteren gescheitert ist. Wir kennen bis jetzt freilich nicht die näheren Verhältnisse, in welchen das Wachsthum oder die Neubildung einer Zellmembran zur Beschaffenheit des Zelleninhaltes steht; doch dürfen wir annehmen, dass beides (abgesehen von allem übrigen) sowohl durch zu geringe als durch zu grosse Concentration der Bildungsflüssigkeit unmöglich gemacht wird. Es könnte selbst scheinen, dass der Pollenschlauchinhalt hier in dem einen Keimbläschen erst die Verdünnung erleiden müsse, welche ihn zur Befruchtung des anderen befähigt! So sonderbar diese Veranstaltung nach unseren bisherigen Vorstellungen auch erschiene, so dürfte, wenn auch eine vollständige Analogie ausserhalb des Pflanzenreiches kaum zu suchen sein möchte, doch auf eine Erscheinung hinzuweisen sein, welche entnehmen lässt, dass auch bei der Befruchtung des thierischen Eies es keineswegs dem Zufalle allein anheimgestellt sein dürfte, wie viel vom Befruchtungsstoffe sich mit dem Dotter vermische. Wenn wir nämlich bei den Froscheiern, welche allseitig mit einer grossen Menge von Spermatozoiden in Berührung kommen, die Dottermembran nur an einer bestimmten, beschränkten Stelle für diese durchdringbar sehen, während

eine grössere Derbheit derselben durch physicalische Gründe nicht gefordert scheint, so dürfte es erlaubt sein, dem ausgesprochenen Gedanken Raum zu geben.

Durch welche Mittel endlich in dem Falle, dass das Pollenschlauchende fern von den Ansatzstellen der Keimbläschen den Embryosack berührt, und also mit keinem derselben in Contact steht, wie nach neuen, so viel ich weiss, noch nicht veröffentlichten Untersuchungen HOFMEISTER's bei verschiedenen Pflanzen sonderbarer Weise der Fall ist, durch welche Mittel in diesem Falle, sage ich, die Mischung des befruchtenden mit dem zu befruchtenden Stoffe bewerkstelliget wird, ist völlig nicht abzusehen, wenn wir nicht annehmen wollen, dass eine derartige Verdünnung des Pollenschlauchinhaltes, wie sie hier Statt finden muss, ehe derselbe ein Keimbläschen erreichen kann, seine befruchtenden Eigenschaften nicht aufhebt, vielmehr für die Aeusserung derselben vielleicht gerade nothwendig ist. — Solche Fälle allein dürften für diejenigen, welche den negativen Resultaten aller bisherigen Beobachtungen gegenüber und nur aus Gründen der Analogie auch für die Phanerogamen noch die Auffindung von befruchtenden Formelementen, Spermatozoiden, erwarten, einige Hoffnung übrig lassen.

Wir haben im Vorausgehenden immer nur von einem endosmotischen Uebertritte des Pollenschlauchinhaltes in den Embryosack und die Keimbläschen gesprochen. Frühere Forscher sowohl, wie MEYEN[1], COBBOLD[2], als auch in neuester Zeit HENFREY[3], sind geneigt anzunehmen, dass zwischen dem Ende des Pollenschlauches und dem Embryosacke eine Copu-

1) Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. III. Berlin 1839. p. 314.

2) a. o. a. O.

3) a. o. a. O.

lation oder Conjugation, analog der der Conferven, Statt finde, und so dem Inhalte des Pollenschlauches ein direkter Weg zum Uebertritte gebahnt werde. Wir sind zwar nicht der Meinung, dass ein solches Verhältniss unstatthaft sei, müssen übrigens gestehen, dass wir nirgends etwas dergleichen bisher wirklich wahrnehmen konnten. Haben solche negative Beobachtungen auch immer nur einen höchst untergeordneten Werth, so liegen ja auf der anderen Seite auch keine positiven vor, und ausserdem ist der Umstand, dass bei der gewöhnlich Statt habenden Entfernung des befruchtet werdenden Keimbläschens von dem Ende des Pollenschlauches durch eine solche Veranstaltung doch ein direkter Uebertritt des Befruchtungsstoffes zur Keimstoffmasse nicht bewerkstelliget werden würde, durchaus nicht geeignet, uns der Annahme der besprochenen Ansicht geneigter zu machen.

Doch dem sei, wie ihm wolle, soviel steht fest, dass der Pollenschlauchinhalt das Analogon der Spermatozoiden, das Keimbläschen das Analogon des Eies ist, dass der Befruchtungsprocess der Phanerogamen durchaus dem der Kryptogamen, dem der Thiere entspricht.

Sind wir berechtiget an dem Keimbläschen der Phanerogamen Inhalt und Membran wie Dottermasse und Eihaut zu unterscheiden? Fast möchte es scheinen, wenn wir sehen, dass in keinem Falle die ursprüngliche Membran des Keimbläschens Antheil nimmt an dem Aufbau des Embryo selbst. Doch dürfte es, da die Bildungsweise dieses so verschieden ist von der des thierischen Embryo, zu weit gegangen sein, hier noch Analogieen suchen zu wollen.

Es übrigt uns noch den Copulations-Process der Algen hier zu würdigen. Die Beobachtungen Areschoug's haben jede Schwierigkeit hinweggeräumt, welche uns hindern könnte, denselben als einen wirklichen Befruchtungs-

act anzusehen. Mag auch noch einigem Zweifel Raum gegeben werden, ob wirklich der Inhalt jeder der zwei Copulationszellen schon vor der Copulation durch Umkleidung mit einer Membran zu einer besonderen Zelle umgebildet werde, und ob zu dieser Meinung nicht vielleicht bloss ähnliche Fälle monströser Sporenbildung Veranlassung gaben, wie COHN Fig. 10. Tab. 17 in den Nov. Act. Acad. C. L. C. Nat. Cur. Vol. XXIV. P. I. (1854) abgebildet hat, so haben uns die Beobachtungen ARESCHOUG's doch darüber vergewissert, dass die ruhende Spore nur entsteht aus der Vereinigung zweier in gesonderten Organen entwickelten und aufgespeicherten Plasmamassen. Wir können nicht mehr umhin, die eine derselben als analog dem männlichen Samen, die andere als analog dem Ei zu betrachten[1]. Wir finden hier ein zweites Beispiel einer Befruchtung ohne bestimmt geformte Samenelemente. Zugleich sehen wir hier unzweideutig den Befruchtungsstoff unmittelbar an der Constituirung des Keimes (der ruhenden Spore) Antheil nehmen. Es ist dieses wohl der einfachste Fall eines Befruchtungsprocesses, in welchem uns das Wesen dieses am Klarsten sich kundgibt.

Auch über die eigentliche Bedeutung des Befruchtungsprocesses erhalten wir hier wichtige Winke. Denn wenn wir bei den Desmidiaceen aus der Copulation zweier Individuen, welche nur einmal dieses Aktes fähig sind, jedesmal nur eine Spore hervorgehen sehen, in dem Befruchtungsprocesse hier also statt eines Vermehrungsprocesses geradezu einen Verminderungsprocess finden, so weist uns das nothwendig

---

1) Wir haben früher bei den Pilzen bereits ebenfalls eine Sporenbildung durch Copulation kennen gelernt. Ist nicht etwa die Stellung der betreffenden Pflanze bei den Pilzen anzuzweifeln, so hätten wir hier den ersten Fall einer geschlechtlichen Fortpflanzung bei diesen.

darauf hin, dass wir denselben wenigstens nicht wesentlich als Mittel zur Vermehrung der Individuen, zur am Leben Erhaltung also der Species, auffassen dürfen, mag demselben auch da, wo die Natur wegen der complicirteren Organisation eines Wesens eine Vermehrung durch directe Individualisirung eines Theiles desselben — auf ungeschlechtliche Weise also, zur Unmöglichkeit geworden, diese Rolle übertragen sein. Sehen wir andererseits, wie durch ungeschlechtliche Fortpflanzung endlich die Abkömmlinge von dem Typus der ersten, geschlechtlichen Stammwesen (der Aeltern) sich mehr und mehr entfernen, durch die geschlechtliche Zeugung dagegen derselbe wiederhergestellt wird, so werden wir uns kaum irren, wenn wir in dem Befruchtungsprocesse wesentlich das Mittel sehen, dessen sich die Natur bedient, um die Species in ihrer vollen Integrität, entsprechend dem ursprünglichen Bauplane, zu erhalten. Dieser Zweck (mag es der Bequemlichkeit halber erlaubt sein so zu sprechen) scheint derselben ein so wichtiger zu sein, dass sie ihn in gewissen Fällen selbst auf Kosten der Individuenzahl zu erreichen strebt. Am ausgeprägtesten möchte dieser Fall in dem Verhalten von *Palmogloea* sein, bei welcher wir zwei Individuen selbst, nicht bloss Theile derselben miteinander verschmelzen sehen, um zur Grundlage einer durch ungeschlechtliche Vermehrung daraus hervorgehenden Individuenreihe zu werden[1]. Ein ganz ähnliches Verhältniss führen uns im Thierreiche die Protozoen vor Augen[2].

1) Vergl. ALEX. BRAUN, Verjüngung in der Natur. p. 145.
2) Vergleiche v. SIEBOLD in: Zeitschrift für wissensch. Zoolog. von TH. v. SIEBOLD u. AL. KOELLIKER. Bd. III. p. 62 ff.

III.

Haben wir so für die Mehrzahl der Abtheilungen des Gewächsreiches (mit Ausnahme nämlich der Pilze und Flechten) in dem Befruchtungsprocesse einen überall gleichwerthigen Bildungsvorgang erkannt, gleichwerthig zugleich dem Befruchtungsacte im Thierreiche, so dürfen wir uns nunmehr auch für berechtiget halten zu der Untersuchung, in wie fern die diesem Acte vorausgehenden, die ihm folgenden Entwicklungsstufen sich hier und dort entsprechen, in wie fern die bei ihm zunächst interessirten Organe in physiologischer und zum Theile auch in morphologischer Hinsicht mit einander dürften in Parallele zu stellen sein. Wir beabsichtigen übrigens hier nicht eine detaillirte Ausführung dieses Planes, sondern müssen uns darauf beschränken im Allgemeinen nur Andeutungen zu geben, besonders da wo die Sache uns aus dem Vorausgehenden selbst unmittelbar sich zu ergeben scheint, und nur das Wichtigere näher zu erörtern. Da, wo im Texte sich Lücken finden, werden die tabellarischen Uebersichten zu ergänzen geeignet sein, auf welche wir desshalb verweisen. —

Wie im Thierreiche, so erscheint auch im Pflanzenreiche die befruchtete Keimstoffmasse als der erste Anfang eines neuen

Einzelwesens[1]. Dasselbe verbleibt entweder als solches und erlangt früher oder später die Fähigkeit, zur geschlechtlichen Zeugung neuer Pflanzen thätig zu sein, welche Entwicklungsstufe wir in physiologischer Hinsicht unbedingt als die höchste, deren die Pflanze wie das Thier fähig ist, bezeichnen müssen, oder es vermehrt sich schon ehe es diese Stufe erreicht hat auf ungeschlechtliche Weise. Dieselbe Form dieser ungeschlechtlichen Vermehrung, welche wir bei den Thieren als Generationswechsel bezeichnet haben, haben wir auch hier als solchen zu bezeichnen. Die Frage, ob ein Generationswechsel nach dem Begriffe, welchen wir von diesem früher gegeben haben, auch bei der ungeschlechtlichen Vermehrung schon auf die Höhe ihrer Entwicklung (— zur Geschlechtsreife) gelangter Pflanzen möglich sei — eine Frage, welche wir erst hier berühren, weil uns bei den Thieren kein hieher zu beziehender Fall bekannt ist, — muss bejahend beantwortet werden. Nur dann aber ist derselbe natürlich hier möglich, wenn der ungeschlechtlich erzeugte Abkömmling, welcher in der Regel unmittelbar die Ent-

1) Ich bezeichne hier noch nach der gewöhnlichen Auffassung des Begriffes Individuum, und ohne auf eine erschöpfende Bestimmung desselben hier mich einlassen zu wollen, als Einzelwesen, was uns als lebensfähiges, selbständiges, abgeschlossenes Ganze entgegentritt, und zwar diess aus physiologischen Gründen. Bezeichnen wir mit AL. BRAUN aus morphologischen Rücksichten den Spross als Individuum, den Baum z. B. aber als eine Colonie polymorpher Individuen, als Pflanzenstock — analog dem Polypenstocke, welcher übrigens in physiologischer Hinsicht ebenfalls nur dem einfachen Thiere an die Seite gesetzt werden kann (vergl. LEUCKART, Artikel Zeugung in Wagner's Handwörterbuch der Physiol. Bd. IV. p. 975) — so ändert das für das Ergebniss der folgenden Betrachtungen in der Hauptsache weiter Nichts, als dass wir dem Generationswechsel eine viel umfassendere Ausdehnung im Pflanzenreiche zugestehen müssen, als wir hier geneigt sind zu thun; zugleich sehen wir denselben dann weit complicirtere Verhältnisse annehmen. Wir werden darauf zurückkommen.

wicklungsstufe seiner Mutter wiederholt, eine rückgängige Metamorphose erlitten hat. Wir werden am betreffenden Orte darauf zurückkommen.

Die Vergleichung der phanerogamen Pflanze mit dem Thiere, wie wir sie auf Tabelle I. versucht haben, dürfte kaum einer Erörterung bedürfen. Wenn wir dem entwickelten Thiere die beblätterte (und bewurzelte) Achse, gleichviel ob dieselbe einfach oder verästelt sei, gegenüber gestellt haben, so ist diess die unmittelbare Folge unserer schon ausgesprochenen Auffassung des Begriffes Individuum. Die Vergleichung der Anthere mit dem Hoden, der Samenknospe mit dem Eierstocke etc. bezieht sich natürlich nicht auf morphologische Verhältnisse.

Den Phanerogamen im engeren Sinne aufs Engste sich anschliessend erscheinen die Gymnospermen (Cycadeen und Coniferen), nur durch den inneren Bau ihrer Samenknospe von jenen abweichend, durch eben diese Abweichung aber den unmittelbarsten, sachtesten Uebergang zur Gruppe der Selaginellen und Rhizocarpeen bildend. Schon Hofmeister[1] hat in trefflicher Weise darauf hingewiesen, dass die wesentlichen Theile der Samenknospe der Coniferen, die secundären Embryosäcke (corpuscula R. Br.), in jeder Hinsicht denen der Archegonien entsprechen und mit ihrer Umgebung — Epithelialbeleg, Deckelzellen — häufig selbst die Form und den Bau der Archegonien wiederholen. Der einzige Unterschied, welcher zwischen den weiblichen Fortpflanzungsorganen, den wesentlichen Theilen der weiblichen Blüthe beider Pflanzengruppen sich findet, ist der, dass sie bei den Gymnospermen in Verbindung bleiben mit der Mutterpflanze bis nach vollzogener Befruchtung, bei den Selaginellen und Rhizocarpeen

1) Vergleichende Untersuchungen etc. p. 140.

dagegen schon in einem sehr frühen Stadium ihrer Entwicklung, als Rudiment der Blüthe (Megaspore) sich von derselben trennen.

Sollen wir noch weiterer Analogieen innerhalb der reproductiven Sphäre beider Gruppen gedenken, so erwähnen wir des Verhaltens der Pollenkörner einerseits, der Antheridienkörner (Mikrosporen) andererseits, bei welchen beiden zwischen morphologischer Ausbildung und Vollendung ihrer functionellen Thätigkeit ein langer Zeitraum eingeschoben ist; ferner des Auftretens eines Embryoträgers auch bei *Selaginella.*

Ob wir den Embryoträger der Coniferen, welcher einer Mehrzahl von Embryonen die Entstehung gibt, als eine Amme zu betrachten haben, kann bei den schwankenden Angaben der Autoren über die Regelmässigkeit des Vorganges und so lange wir über die Befruchtung bei den Coniferen überhaupt noch nicht vollkommen lückenlose Beobachtungsreihen besitzen, nicht entschieden werden. Der erwähnte Vorgang gewänne, abgesehen von dem frühen Auftreten desselben, an Eigenthümlichkeit noch dadurch, dass er, da ja nur einer der mehrfachen Embryonen wirklich zur Entwicklung kömmt, eine ungeschlechtliche Vermehrung des einen geschlechtlich erzeugten Individuums also in Wahrheit nicht einmal statt findet, fast nur als ein Versuch (s. v. v.) zu einem Generationswechsel sich darstellen würde.

Die Antheridienkörner der Selaginellen und Rhizocarpeen vermitteln den stetigsten Uebergang, der sich nur denken lässt, zwischen den Pollenkörnern der Phanerogamen und den Antheridienzellen (einer früheren Ordnung, den Mutterzellen der die Samenfadenbläschen erzeugenden Zellen) der Equisetaceen und Farren (im engeren Sinne). Während sie jenen vollständig hinsichtlich ihrer Entstehung und Gestaltung und selbst noch in den ersten Zügen ihrer weiteren Entwicklung — dem Hervortreten der Innenzelle aus der Cuticula in Form eines

Schlauches — entsprechen, so kommen sie mit diesen durch die endliche Bildung bestimmt geformter Befruchtungselemente innerhalb besonderer Bläschen überein. Eine unmittelbare Annäherung an den letzteren Vorgang finden wir noch in den Pollenschläuchen der Coniferen, in dem Auftreten einer entschiedenen Zellenbildung.

Haben wir einmal, geleitet von den unverkennbaren Analogien, welche die Coniferen einerseits mit den Phanerogamen, andrerseits mit den Lycopodiaceen und Rhizocarpeen zeigen, den richtigen Weg gefunden zur Würdigung der Befruchtungsorgane der Farren im weiteren Sinne, so werden wir uns auch kaum mehr von demselben abbringen lassen, wenn wir auch in den weiter nach unten stehenden Abtheilungen derselben, bei den Equiseten und den Farren im engeren Sinne, diese Organe die ursprünglichen Aehnlichkeiten nicht mehr strenge bewahren sehen. Keimbläschen, Centralzelle des Archegoniums und Archegonium selbst finden wir auch hier noch dem früheren Typus getreu. Nur das die letzteren tragende Organ — der weibliche Blüthenboden, das Prothallium, untergeht auffallendere Veränderungen. Diese beziehen sich zunächst auf seine Grösse, Gestalt und sein Verhältniss zu der ihm die Entstehung gebenden Zelle (Spore); weiterhin werden sie bedingt durch die Nothwendigkeit einer selbständigen Ernährung (— Bildung von Wurzelhaaren). — Auch bei den männlichen Befruchtungsorganen sehen wir hier sowohl bezüglich ihrer Organisation, als ihrer Stellung Verschiedenheiten auftreten. Die ersteren haben wir schon vorher berührt; was die letzteren betrifft, so finden wir die Antheridien hier nicht mehr im Zusammenhange mit der morphologisch entwickelten Pflanze, sondern entweder für sich (— unisexuale Blüthe) oder zugleich mit den Archegonien (— hermaphrodite Blüthe) auf ein Prothallium verpflanzt. — Verstehen wir unter Blüthe überhaupt

den Inbegriff der zu einer Befruchtung nothwendigen Organe, oder eines dieser sammt unmittelbarem Träger und besonderer Umhüllung, wo diese eben vorhanden ist, so werden wir als solche auch das Antheridien und Archegonien tragende Prothallium bezeichnen können, wie diess auch SUMIŃSKI, der Entdecker des Befruchtungsprocesses bei den Farren, schon gethan hat, und es kann nur als eine unwesentliche Eigenthümlichkeit erscheinen, dass dieselbe hier nicht in Verbindung mit der sie hervorbringenden Pflanze ihre vollkommene Ausbildung erreicht, sondern nach der ersten Anlage, als erste Zelle der Blüthenknospe gewissermassen, von jener sich trennt.

Bei den Moosen finden wir Archegonien und Antheridien, beide wieder in Verbindung mit der morphologisch vollendeten, bis zur Geschlechtsreife gelangten Pflanze sich entwickeln und ihre Funktionen vollziehen. Aus dem befruchteten Keimbläschen geht aber nicht wie bei den Phanerogamen (im weiteren Sinne) und den Farren (i. w. Sinne) ein Embryo hervor, welcher — sei es nun als primäre oder als secundäre Achse — entweder nach einem Ruhezeitraume, wie dort, oder unmittelbar, wie bei den Farren, zum der Mutterpflanze gleichen Gewächse sich heran bildet; es entsteht aus demselben vielmehr ein der Mutterpflanze völlig unähnliches Gebilde, in mechanischem Zusammenhange mit dieser bleibend, welches endlich durch Erzeugung von zahlreichen Keimkörnern (Sporen) in seinem Inneren, aus denen nicht wieder ihm gleiche Abkömmlinge hervorgehen, als echte Amme sich erweist. Aber auch seine Abkömmlinge (erster Ordnung) erreichen — wenigstens bei den Laubmoosen — noch nicht wieder den Typus der geschlechtlichen Pflanze; sie stellen vielmehr eine zweite Generation von Ammen — Protonema — dar, deren jede durch Knospenbildung neuerdings eine ungeschlechtliche Ver-

mehrung bewirkt. Die dieser ihre Entstehung verdankenden Individuen sind es erst, welche wieder zu geschlechtsfähigen Pflanzen sich heranbilden.

Wenn ich hier, gegen die Meinung HOFMEISTER's[1] in Uebereinstimmung aber mit HENFREY[2], das Protonema (d. Proembryo) der Moose als Amme bezeichnet habe, so glaube ich weniger darüber selbst mich rechtfertigen zu müssen, da ich damit nur der obigen, hinlänglich sicher gestellten Begriffsbestimmung des Generationswechsels treu geblieben bin, als vielmehr suchen zu müssen, denen, welche Anstoss daran nehmen könnten, über die scheinbare Schwierigkeit, welche aus dem Auftreten eines gleich gestalteten Proembryo bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der e r w a c h s e n e n Moospflanze durch Wurzelfäden, Blattzellen etc. hervorzugehen scheint, hinwegzuhelfen. Consequent vorgehend, kann ich auch hierin nichts Anderes als einen wirklichen Generationswechsel sehen. Wir haben schon oben die Frage erörtert, ob ein Generationswechsel bei der ungeschlechtlichen Vermehrung vollkommen entwickelter Organismen möglich sei, d. h. ob mit der ungeschlechtlichen Vermehrung derselben eine Metamorphose sich combiniren könne, welche mit der Wiederherstellung des mütterlichen Typus endet. Eine solche Combination involvirt natürlich ein vorausgehendes Rücksinken auf eine tiefere Bildungsstufe. Diess ist gegeben, wenn die Zelle der erwachsenen Moospflanze, statt unmittelbar diese selbst zu reproduciren, wieder ein Protonemageflecht (— Amme) bildet; mit der ungeschlechtlichen Vermehrung dieses combinirt sich dieselbe aufsteigende Metamorphose wie früher, die Sprösslinge der

1) Flora 1852. p. 6.

2) Report of the British Association for the Advancement of Science for 1851. London 1852. p. 121. Anmk.

Protonemafäden werden wieder der vollkommenen Pflanze gleich.

Der Generationswechsel der Moose hat, sowohl wegen des Auftretens zweier, unter sich verschiedener, Ammengenerationen; als auch in Hinsicht der Erzeugung dieser: das erstemal durch Keimkörner[1], das zweitemal durch Knospen, eine frappante Aehnlichkeit mit dem Generationswechsel der Trematoden; dass die erste Amme in mechanischer Verbindung mit der Mutterpflanze verbleibt, erscheint als ein völlig unwesentliches Verhältniss und findet sein Gegenstück bei *Coryne,* bei welcher die geschlechtlichen Thiere in Verbindung mit der sie erzeugenden Amme bleiben und gleichsam nur als Geschlechtsorgane (Hoden und Eierstöcke) derselben erscheinen.

Wenn vielfach beliebt worden ist, das Prothallium der Farren als eine eigene Generation aufzufassen und mit der beblätterten Moospflanze (als geschlechtliche Generation) in Parallele zu stellen, die morphologisch entwickeltere Farrenpflanze aber als Amme der Moostheca (nebst Seta) an die Seite zu stellen, so ist dagegen Nichts einzuwenden, wenn nur diese Ansicht consequent durchgeführt und, wie es nothwendig ist, auch auf die Phanerogamen ausgedehnt wird. Diese Durch-

1) Diese dürften auch nur als eine besondere Form von Knospen anzusehen sein. — MONTAGNE beschreibt in einem Briefe an BERKELEY (s. Annals of Nat. Hist. [Ser. I.] Vol. XVI. p. 354) eine Monstrosität von *Eucamptodon perichaetialis* Mont., in dessen vollkommen reifen Kapseln statt der Sporen Knospen enthalten waren, analog denen in den Becherchen von Marchantia, und BERKELEY bestätigt das angeführte Faktum. In Hinsicht auf die Deutung zugleich, welche wir oben der Spore der Farren gegeben haben, scheint uns HENFREY zu diesem Falle sehr treffend zu bemerken (Ann. & Mag. of Nat. Hist. Ser. II. Vol. IX. 1852. „On the reproduction of Higher Cryptogamia and the Phanerogamia.“ pag. 453. Anmk.), dass er ein deutlicher Beweis sei für die Knospennatur der Sporen bei den höheren Kryptogamen.

führung führt nothwendig zu einer **mehr morphologischen Auffassung des Begriffes „Pflanzenindividuum“** im Sinne AL. BRAUN's[1]. Nicht bloss die Antheridien und Archegonien tragende, beblätterte (einfache!) Moospflanze und das Prothallium der Farren, sowie das in der Megaspore eingeschlossene Prothallium der Lycopodiaceen und Rhizocarpeen zusammt den Mikrosporen ist dann als vollkommene, geschlechtlich entwickelte Pflanze anzusehen, sondern auch die nun einmal und immer und unabänderlich dem Prothallium entsprechende Blüthe der Phanerogamen. Betrachten wir aber die Blüthe — den Blüthenspross — als vollkommene Pflanze, als ein Individuum einer solchen, so müssen wir den gleichen Werth auch den vorausgehenden Sprossen beilegen, wir müssen die zusammengesetzte Pflanze[2] als eine Colonie polymorpher Individuen und die nothwendig der Blüthe vorhergehenden Sprossfolgen als eben so viele Ammengenerationen ansehen. Ebenso den Stamm der Lycopodiaceen, der Rhizocarpeen, der Equiseten. Aber auch den Stamm der zusammengesetzten Moospflanze dürfen wir dann nicht als ein Ganzes schlechtweg dem Prothallium (dem Blüthenspross) der Farren vergleichen, sondern auch davon nur den Blüthenspross[3]! Die ersteren beiden (Lycopod. und Rhizoc.) würden in diesem Falle fast vollkommen dem schon erwähnten Verhältnisse von *Coryne*

---

1) AL. BRAUN, das Individuum der Pflanze in seinem Verhältniss zur Species etc. etc. Berlin 1853. (Vergl. ob. p. 85. Anm. 1.)

2) Die einfache Pflanze, im Sinne SCHLEIDEN's, erschiene — wenn es erlaubt ist bei der gegenwärtig noch obschwebenden Unkenntniss über die Verzweigungsgesetze der Wurzeln nur den Aufwuchs im Auge zu behalten — als eine Colonie homomorpher (Geschlechts-) Individuen, ohne vorausgehende Ammenbildung entwickelt.

3) Die nur unbedeutenden Veränderungen, welche sich hieraus für die 2. bis 5. Rubrik unserer Tabelle I. ergeben würden, sind auf Tab. II. vorgenommen. Alle übrigen Rubriken blieben unverrückt.

entsprechen, indem hier die entwickelten Individuen, wenigstens die männlichen, gleichsam nur als Organe der Amme anhängend erschienen. Dass nach dieser Anschauungsweise bald die Amme (Farren), bald die geschlechtliche Pflanze (einfache Moose) als das morphologisch entwickeltere Glied erschiene, könnte derselben keine Beschränkung verursachen, da das Gleiche auch im Thierreiche sich findet, welches uns überhaupt die Belehrung bringt, dass nicht überall morphologische und funktionelle Entwicklung sich gleichen Schritt halten (Rückbildung der schmarotzenden Krebse zur Zeit der Geschlechtsreife).

Somit hoffe ich glücklich einen Widerspruch gelöst zu haben, welcher jeden natürlich auffassenden Sinn musste beleidigt haben, den Widerspruch, welcher in der Gleichstellung des Farren-Prothalliums mit der verästelten Moospflanze, der Abtrennung dieser von den vegetativen Formationen aller höheren Pflanzengruppen lag. Welche der beiden hier versuchten Auffassungsweisen den Vorzug verdiene, mag Jeder für sich entscheiden, je nachdem ihm eine mehr physiologische, mehr die rein morphologische Auffassung des Begriffes „Pflanzenindividuum" zusagt, bis die Wissenschaft hierüber wird gerichtet haben. Ich gestehe offen, dass ich nur von dem einfachen Urtheile der natürlichen Anschauung hier mich habe leiten lassen, wenn ich für jetzt mich der ersteren zugeneigt habe.

Gegen eines muss ich noch, und zwar entschieden mich erklären, gegen die Ansicht jener nämlich, welche das Farrenkraut in der Mitte seines Lebens sich befruchten liessen, damit es fähig würde, vollständig auszuwachsen, welche den neuen individuellen Entwicklungscyclus nicht mit dem Keimbläschen, sondern mit der Spore (bei den Moo-

sen desgleichen wie bei den Farren) beginnen liessen[1]. — Dass der Name Spore sehr verschiedenwerthigen Dingen beigelegt wurde, ist nach dem Vorausgehenden noch weiter zu zeigen fast überflüssig[2]. Die Sporen der Moose sind Keimkörner einer Amme; die der Farren und Equiseten entsprechen den hermaphroditen oder unisexualen Blüthenknospen der Phanerogamen, oder vielmehr der Anlage dieser, der ersten Zelle, aus welcher sie hervorgehen, vor ihrer Entwicklung zur Blüthe von der Mutterpflanze sich lostrennend; ebenso die Megasporen der Lycopodiaceen und Rhizocarpeen der weiblichen Coniferenblüthe; die Microsporen endlich den Pollenkörnern der Phanerogamen, welch letztere mit demselben Rechte, wie die vorher aufgezählten Gebilde mit dem Namen „Sporen" belegt werden können, da derselbe doch auf nichts weiter mehr, als auf die ähnliche äussere Beschaffenheit und die entsprechende Bildungsweise individualisirter Zellen, welche bei der Fortpflanzung der Gewächse eine Rolle spielen, bezogen werden kann.

Und mit dieser so vagen Bestimmung hätten wir doch bereits die Sporen der Algen um ihren Namen gebracht!

Ueber die Bedeutung der Spore von Chara haben wir schon oben unsere Ansicht begründet. Aus ihr geht nach einer längeren Pause unmittelbar der geschlechtsfähige Thallus hervor. Sie entspricht in dieser Hinsicht dem Phanerogamen-Embryo. Ihre Hülle, das Sporangium, entspricht

---

1) v. MOHL, vegetabilische Zelle; Braunschweig 1851. pag. 108. AL. BRAUN, Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851. p. 328.

2) Weder die Morphologie noch die Entwicklungsgeschichte geben uns immer die richtigen Anhaltspunkte zur Bestimmung des Werthes eines Gebildes; vor Allem muss die Funktion desselben als hierüber entscheidend angesehen werden.

wie schon SCHACHT[1] richtig erkannt hat, dem Archegonium der höheren Kryptogamen.

Ueber den Werth der Sporen und Sporenkapseln der Florideen haben erst künftige Untersuchungen zu entscheiden.

Bei den Fucaceen (so viel bis jetzt bekannt) entspricht die Theilspore als primordiale Zelle dem unbefruchteten Keimbläschen der vorausgegangenen Pflanzenabtheilungen. Aus ihr geht unmittelbar die geschlechtliche Pflanze hervor.

Unter den Süsswasseralgen schliesst sich *Vancheria* zunächst an die Fucaceen an. Eine Keimstoff bereitende Zelle öffnet sich an ihrer Spitze, und wird von diesem Augenblicke an ihre Membran zum Sporangium, ihr Inhalt zur primordialen Sporenzelle, entsprechend einem Keimbläschen. Sie erscheint nach der Befruchtung, umkleidet von einer besonderen Membran, als fertige Fortpflanzungszelle — embryonale Zelle, welche nach einer längeren Ruhe sich unmittelbar zur vollkommenen Pflanze entwickelt.

In ähnlicher Weise geht die Befruchtung bei *Sphaeroplea* (und *Achlya*) vor sich. Es besteht hier nur der Unterschied, dass ihr Sporangium eine Mehrzahl von primordialen Sporenzellen enthält, welche wie bei Fucus alle befruchtet werden!

Bei *Sphaeroplea*, bei *Bulbo*- und *Coleochaete* erscheint uns die fertige Spore als Amme, deren ihr ungleiche Abkömmlinge (Zoosporen) wieder zur vollständigen Alge werden. Wir finden hier ein Zurückgehen der ungeschlechtlichen Vermehrung auf eine sehr frühe Lebensepoche, und es könnte fraglich erscheinen, ob wir den berührten Vorgang bloss als solche oder als wahren Generationswechsel zu betrachten haben. Es lässt sich jedoch die vor der Vermehrung sich ver-

1) Pflanzenzelle p. 400.

grössernde, schlauchförmig werdende, aber doch einfach bleibende Sporenzelle nicht selbst schon einem jungen Algenfaden gleichachten, und in so fern gehen also die ungeschlechtlich von derselben producirten Keimzellen (Zoosporen) allerdings auf eine höhere Metamorphosenstufe über, indem sie nicht wieder zu ruhenden Sporen, sondern zur Alge selbst werden.

Dass die Form des Generationswechsels hier dieselbe, oder nahezu dieselbe ist, wie die der ungeschlechtlichen Vermehrung der entwickelten Pflanze, ist ein allerdings eigenthümliches, jedoch für unsere Anschauung irrelevantes Verhältniss. Wenn Cohn[1] in dem bisher besprochenen Falle eine Aehnlichkeit sieht mit der Entstehung mehrerer Embryonen in den Planaria-Eiern, so kann ich schon um der gegründeten Zweifel halber, welche über die Sicherheit der Beobachtung des letzteren Vorganges erhoben werden können, demselben nicht beipflichten, könnte überhaupt keinesfalls die Schwärmspore einem Embryo vergleichen. Dagegen glaube ich mit mehr Recht einen anderen Fall aus dem Thierreiche als einen dem unserigen analogen, in welchem gleichfalls eine sehr frühe ungeschlechtliche Vermehrung combinirt mit unmittelbar vorschreitender Metamorphose Statt hat, hier anziehen zu können, den Fall nämlich von *Alcyonella*, deren rudimentärer Embryo (— Amme) durch eine Art Knospung zwei Federbuschpolypen die Entstehung gibt[2].

Ueber die durch Copulation sich befruchtenden Algen habe ich dem früher Gesagten und in der Tabelle Verzeichneten hier Nichts weiter hinzuzufügen. — Auch hier erscheint die ausgebildete Spore theilweise als Amme; so bei *Palmogloea* und wahrscheinlich auch bei dem am betreffenden

---

1) Ueber Entwickl. u. Fortpfl. der *Sphaeroplea annuina* ec. p. 16.
2) Vergl. v. Siebold, vergleichende Anatomie (1840) p. 33.

Tabelle I. (zu pag. 84 ff.) em Thierreiche gleichwerthig erscheinenden

Thierreich.	Phane Mono- u. Dicotyledonen	Algen. ucheria.	Sphaeroplea.	Bulbochaete.	Diatomeen, Desmidieen u. Zygnemeen.
Befruchtetes Ei.	Befruchtetes Keimbläschen	uhende) Spore nbryonale Zelle).	(Ruhende) Spore (— Amme).	(Ruhende) Spore (— Amme).	Copulations-Körper (ruhende Spore).
Embryo, od. Ammen.	Embryo.		Zoospore.	Zoospore.	
Morphologisch entwickeltes Thier.	Beblätterte Axe.	'hallus.	Thallus.	Thallus.	Thallus.
Geschlechts-Apparat.	Erste Zelle de hermaphrodi-ten od. je eine unisexualen Blüthenknosp Blüthe, getrennten Ge schlechtes ode hermaphrodit	heridien und orangien.	Antheridien und Sporangien.	Mikrogoni-dien und Sporangien.	Vereinigte Copulations-zellen.
Hode.	Anthere.	theridie.	Antheridie.	Mikrogoni-dien und deren Keimungs-producte.	Erste Copulations-zelle.
Samencyste.	Pollenkorn.				Inhalt (Tochter-zelle?) der obigen.
Samenfaden-bläschen.	Pollen-schlauch-inhalt.				
Samenfäden.		rmatozoi-den.	Spermatozoi-den.	Spermatozoi-den.	
Eierstock (u. Uterus).	Samenknosp	rangium.	Sporangium.	Sporangium.	Zweite Copulations-zelle.
Eierstock-follikel.	Embryosack				
Unbefruchtetes Ei.	Unbefruchtet Keimbläsche	mordiale befruch- Sporen-zelle.	Primordiale (unbefruch-tete) Sporen-zelle.	Unbefruch-tete Sporen-zelle.	Inhalt (Tochter-zelle?) der obigen.
Keimbläschen.	Cytoblast d Keimbläsche				

*) Letztere wesentlich nur Sa

**) Diese zweite Zwischengene

NB. Die Zeitpunkte der in dem

Nachträge.

Ad. pag. 28. Zu den angeführten, mit Antheridien versehenen Fucoideen (J. Ag.) kommen nach THURET's Beobachtungen noch *Tilopteris Mertensii Kg. (Ectocarpus Mertens. Ag.)* u. *Dictyota*. Die Antheridien u. Spermatozoiden der letzteren Gattung gleichen denen der Florideen (S. THURET, recherches sur la Fécond. des Fucac. et les anthéridies des Algues. Seconde partie. Ann. des sc. nat. 4me sér. t. III. 1855).

Ad. pag. 30. Eine Aufzählung der Florideen, bei welchen bisher Antheridien nachgewiesen werden konnten, sieh bei THURET a. im obigen Nachtrage a. O. — ALEX. BRAUN hat ferner bei *Batrachospermum*, welches THURET den Florideen zuzählt, Antheridien aufgefunden (Algarum unicellularium genera nova et minus cognita. Lips. 1855. p. 105).

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



